This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

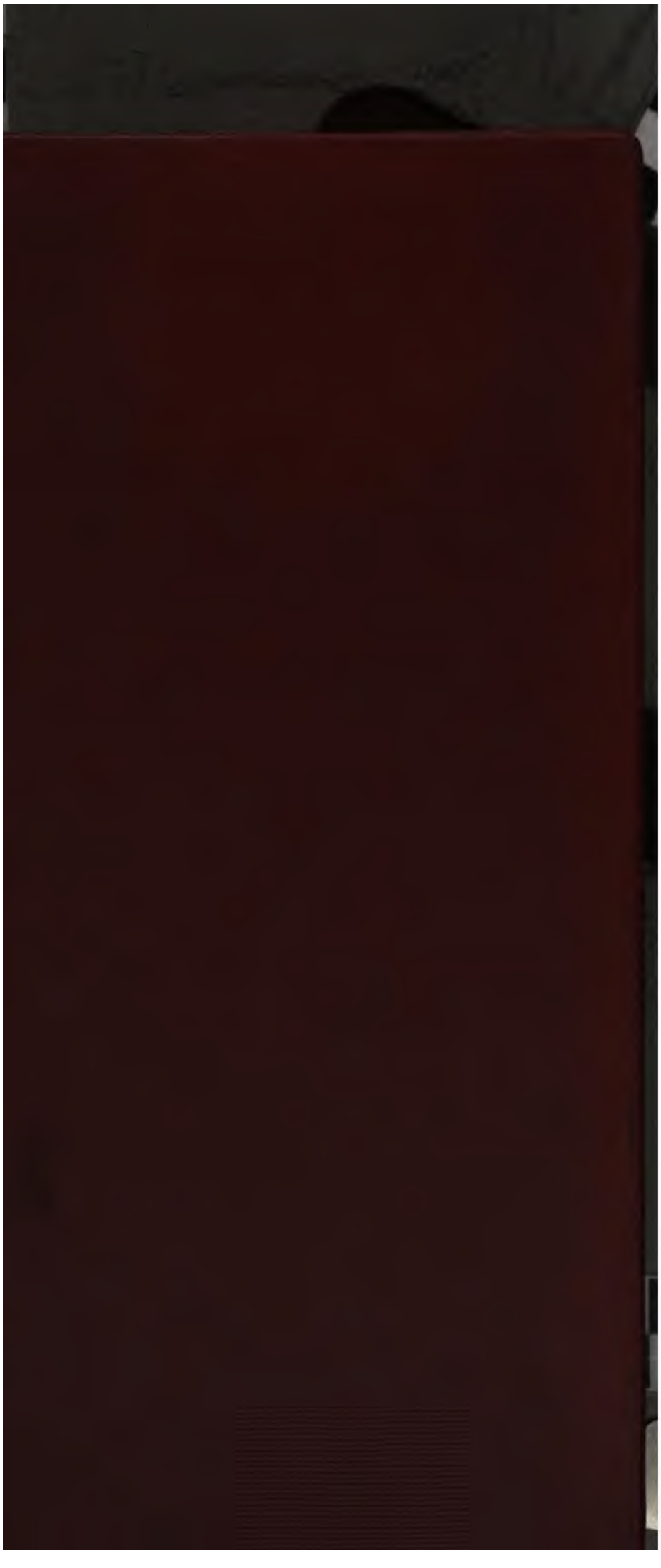
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

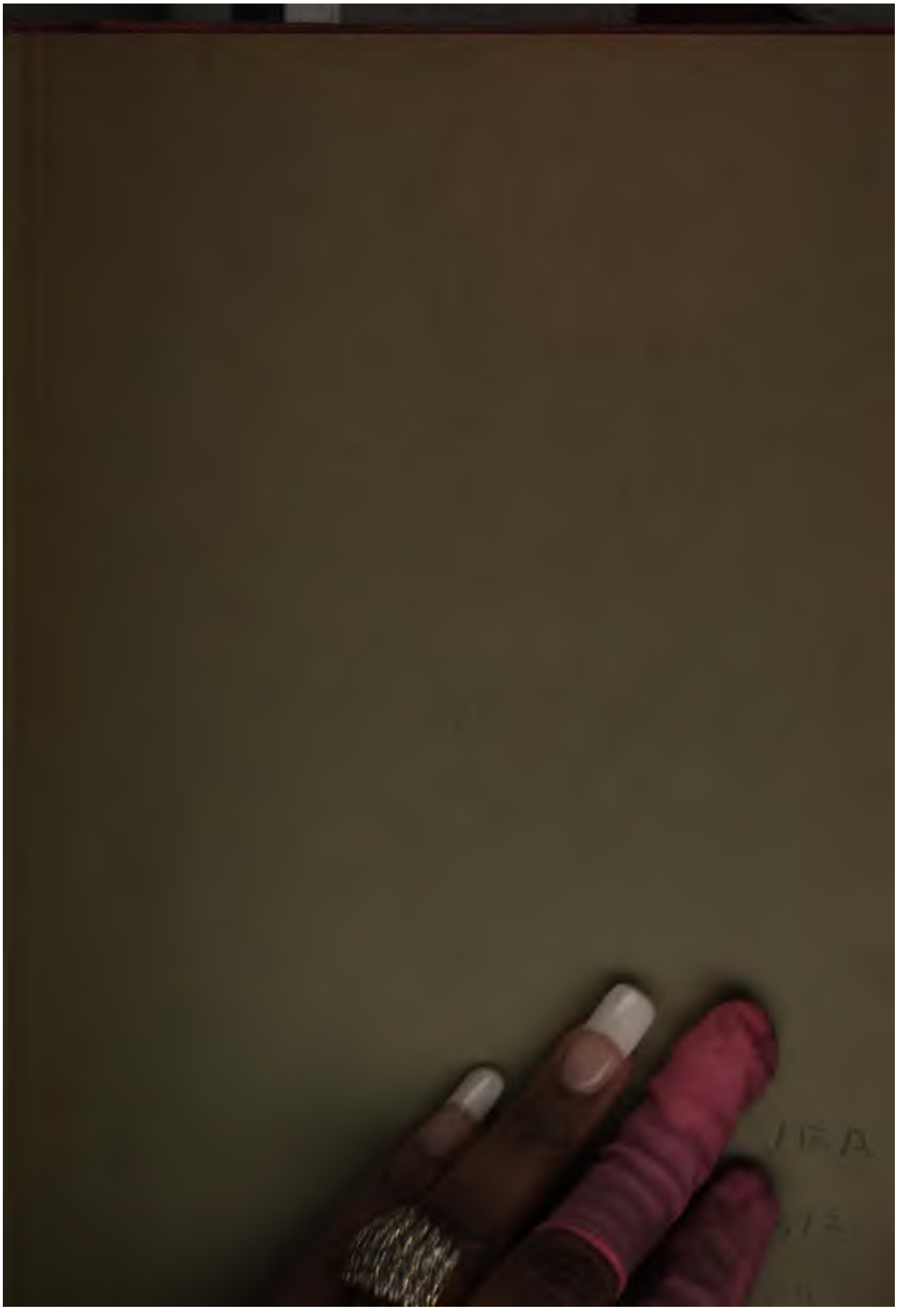
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

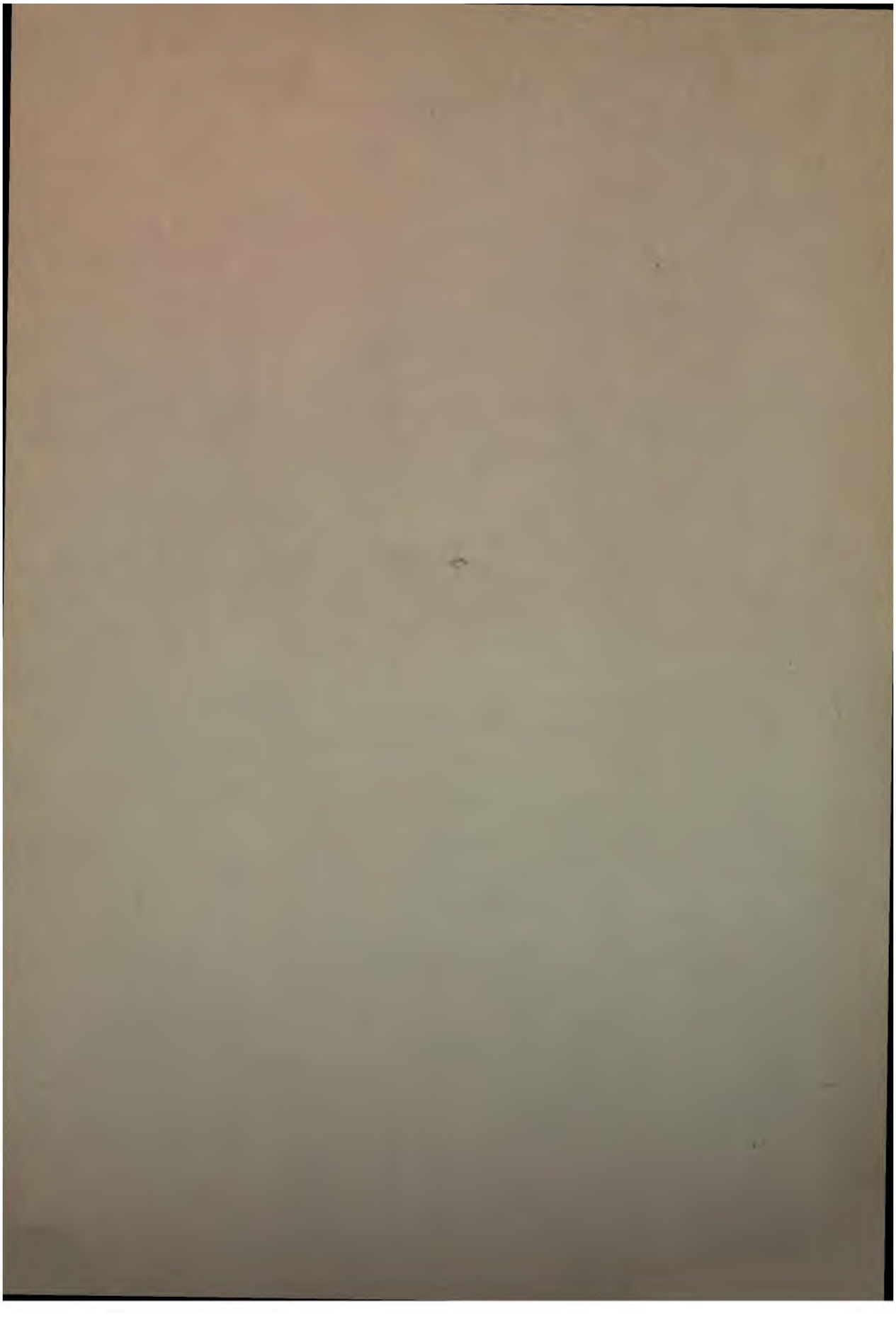
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.







Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

3VEA

mission.

ssia . Innern Misterium.
Heilungen aus den Koniglichen.
chnischen.

l. 9 # 3. lacking
ind leaving guard.

LIBRARY OF CONGRESS
CITY OF WASHINGTON

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

NRC WEB
PUBLIC
LIBRARY

Inhalts-Verzeichniß.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Seite

1. Bekanntmachung 1
2. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1890/91 271

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche. Vom Vorsteher Professor A. Martens . . 1
2. Ueber die Schätzung des Holzschliffs im Papier. Vom Abtheilungs-Vorsteher W. Herzberg 44
3. Zur Prüfung von Mineralölen und fetten Oelen auf Harzöle. Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 51
4. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche. (Fortsetzung.) Vom Vorsteher Professor A. Martens 53
5. Untersuchung eines Schopperschen Festigkeitsprüfers. Von Dalén, Assistent der Abtheilung für Papierprüfung 75
6. Die Hüblsche Jodadditionsmethode. Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 81
7. Ueber den Einfluß des Abkühlens von Oelen auf ihren Flüssigkeitsgrad. Von Dr. Bender, Assistent der Abtheilung für Oelprüfung 100
8. Ueber die Methode zur Untersuchung von Olivenöl auf Erdnußöl. (Vorläufige Mittheilung.) Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 105
9. Untersuchungen über den Einfluß des Ausglühens auf die physikalischen Eigenschaften von Eisen- und Stahldrähten. Vom stellvertretenden Vorsteher M. Rudeloff 109
10. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche. (Schluß.) Vom Vorsteher Prof. A. Martens. 140
11. Festigkeitsuntersuchungen mit einer Stahlkette ohne Schweißnähte. Vom stellvertretenden Vorsteher M. Rudeloff 145
12. Die mikrophotographische Ausrüstung der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt. Vom Vorsteher Professor A. Martens 278
13. Die Bestimmung der Maschinenrichtung eines Papiers. Vom Abtheilungs-Vorsteher W. Herzberg. 293
14. Die Untersuchung der vegetabilischen Schmieröle mit besonderer Berücksichtigung der qualitativen Reaktionen. Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde. 294

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

Seite

1. Untersuchungen über die Schwefelbestimmung in Kohlen nach Eschkascher Methode. Von Jul. Rothe, Chemiker der chemisch-technischen Versuchsanstalt 107

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

1. Resultate der Untersuchungen von künstlichen Steinen. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 151
2. Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1889/90 und 1890/91. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme. 240
3. Untersuchungen auf Feuerbeständigkeit an zwei kleinen Gebäuden, welche auf dem Grundstücke der Königlichen Technischen Hochschule in Charlottenburg aus Schilfbrettern nach dem System Girandi errichtet wurden. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 268
4. Ergebnisse der Untersuchungen von Bitumelithproben. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 303

V. Kleinere Mittheilungen.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Erstes Heft.

Mit einer lithographirten Tafel.

LIBRARY OF CONGRESS
TRANSFERRED
JAN 7 1911

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission. Seite

Bekanntmachung 1

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche. Vom Vorsteher Professor Martens . . . 1
2. Ueber die Schätzung des Holzschliffs im Papier. Vom Abtheilungs-Vorsteher W. Herzberg 44
3. Zur Prüfung von Mineralölen und fetten Oelen auf Harzöle. Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 51

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

(Fehlen.)

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

(Fehlen.)

V. Kleinere Mittheilungen.

(Fehlen.)

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

IX. Jahrgang. 1891. Erstes Heft.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichtskommission.

Bekanntmachung.

Die Herren Minister der öffentlichen Arbeiten, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und für Handel und Gewerbe haben mittelst Erlasses vom 20. Dezember v. J. — III 22796 / I 16586 M. d. ö. A. U. I 14832 M. d. g. A. A. I 4488 M. f. H. — den Herrn Wirklichen Geheimen Oberbaurath Schwedler aus Anlaß seiner bevorstehenden Versetzung in den Ruhestand, unter Anerkennung seiner Verdienste um die Förderung der Königlichen technischen Versuchsanstalten, von dem Amte eines Mitgliedes der unterzeichneten Kommission entbunden und den Herrn Geheimen Baurath Wichert zum Mitglied dieser Kommission ernannt.

Berlin, 14. Februar 1891.

LIBRARY OF CONGRESS CITY OF WASHINGTON.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
Schultz.

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche.

Vom Vorsteher, Professor A. Martens.

Es liegt nicht in meiner Absicht, das ganze Gebiet der Materialprüfung durch Schlagversuche im Folgenden zur Darstellung zu bringen; vielmehr soll nur die Konstruktion eines im Jahre 1885 für die Versuchsanstalt beschafften, von mir entworfenen kleinen Fallwerkes besprochen und das bis jetzt hiermit gewonnene Versuchsmaterial mitgetheilt werden. Die mit dem auf Bahnhof Grunewald aufgestellten großen Fallwerk der Versuchsanstalt an-

3-VEA

gestellten Schlagbiegeversuche mit Schienen sind bereits in meinem Berichte über „Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien", Ergänzungsheft II, Jhrg. 1890 der „Mittheilungen" ausführlich veröffentlicht. Die gegenwärtige Arbeit wird zum Theil auch eine Ergänzung zu diesem Berichte liefern, vorwiegend soll sie aber im Anschluß an die Arbeiten von Kick „Das Gesetz der proportionalen Widerstände" (Leipzig, Arthur Felix 1885) und im Anschluß an die Verhandlungen der „III. Konferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren zur Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien" die Brauchbarkeit der Stauchversuche unter Schlagwirkung für das Materialprüfungswesen beleuchten und diejenigen Maßnahmen entwickeln, welche hinsichtlich der Probenabmessung, der Größe der zur Wirkung zu bringenden Schlagarbeit und der Versuchsausführung zu ergreifen sind.

Das genannte kleine Fallwerk ist auf Tafel I abgebildet. Die Konstruktion wird aus der Zeichnung leicht verständlich sein und es erübrigt nur, eine ganz kurze Erläuterung hinzuzufügen.

Die Führung der Fallbären ist durch zwei gehobelte Führungsschienen (Eisenbahnschienen) bewirkt, welche durch gußeiserne Tragböcke mit der Gebäudewand verbunden sind. Die größte Fallhöhe beträgt 4,5 m und es können ganz gut Bären bis 200 kg zur Anwendung kommen; vorhanden sind zur Zeit nur solche von etwa 36 und 56 kg Gewicht, welche bisher immer ausreichten. Um die Bären bequem auswechseln zu können, sind sie mit eingedrehten Hälsen versehen, in welche die Schellen derart eingreifen, daß nur die Kegelflächen zum Aufliegen kommen. Hierdurch soll erreicht werden, daß Schelle und Bär sich beim Schlag nicht gegenseitig verschieben, vielmehr ein Ganzes bilden. Es kann zwar nicht verhehlt werden, daß mit dieser Konstruktion einige kleine Mängel verknüpft sind, indessen schien es nicht thunlich und möglich zu sein, eine Aenderung vorzunehmen. Es ist nicht erreichbar, daß bei allen Bären die Schellen gleich gut sitzen und dabei gleich gute Führung geben; man hilft sich leicht durch Einklemmen von papierdünnem Kupferblech zwischen die Anlageflächen von Schellen und Bär. Unzweifelhaft würde es am besten sein, die Führungen an den Bären anzugießen, aber dann giebt man den Vortheil auf, den Schwerpunkt des Bären durch Abdrehen des ganzen Körpers sicher in seine Mittellinie zu bringen. Auch würde man die Bären von oben aus einhängen müssen, was unbequem ist. Durch Anbringung eines auswechselbaren Stückes in den Führungsschienen ließe sich dieser Umstand wohl vermeiden, aber außer großen Unbequemlichkeiten würde man auch Unsicherheiten in der Führung in den Kauf nehmen müssen. Die Bären werden durch eine einfache Winde aufgezogen und mittelst jener Auslösevorrichtung zum Fallen gebracht, welche von der II. Konferenz*) empfohlen wurde. Um die Auslösevorrichtung zu sichern und das Gewicht der Abzugskette auszugleichen, ist der Abzugshebel durch eine Spiralfeder in die Höhe gezogen. Außerdem wird auch ein Holzkeil zwischen Abzugshebel und Tragzunge gesteckt; alsdann ist es nicht möglich, durch die Abzugskette den Bären zum Fallen zu bringen. Eine in der Höhenrichtung verschiebbare, in Centimeter eingetheilte Latte giebt die erreichte Fallhöhe an. Um die Latte richtig einzustellen, wird vor dem Versuch der Bär auf den Probekörper herabgelassen und die Latte alsdann so weit verschoben, bis die 1 cm breite Strichmarke auf der Führungsschelle des Bären mit dem als Nullpunkt benutzten Lattenstrich zusammenfällt. Man kann diese Einstellung nöthigenfalls nach jedem Schlage wiederholen; praktischer ist es indessen, die erzielte Formänderung bei der

*) „Beschlüsse der Konferenzen zu München und Dresden". München, Theodor Ackermann.

Höheneinstellung des Bären zu berücksichtigen. Das Probestück ist durch einen etwa 1250 kg schweren, aus einem Gußstück hergestellten Ambosuntersatz unterstützt, welcher seinerseits wieder von einem kräftigen, mit dem Gebäude nicht in Zusammenhang stehenden Fundament getragen ist. Da das Ambosgewicht um 22,5 mal schwerer ist als das Bärgewicht, so wurde anfangs versucht, den Ambos ohne Fundament zu lassen; aber es wirkte doch immer noch ein erheblicher Theil der Schlagarbeit auf Verrücken des Amboskotzes, so daß er nach einer Reihe von Versuchen seine richtige Lage einbüßte und man schließlich doch gezwungen war, ein Fundament anzuwenden und den Ambos hierauf zu befestigen. Dies geschah durch in das Mauerwerk eingetriebene eiserne Pflöcke und Vergießen mit Cement. Auf der gehobelten und mit Rinnen für die Köpfe der Befestigungsschrauben versehenen oberen Ambosfläche können verschieden geformte Auflagerstücke und Einspannvorrichtungen angebracht werden. Die Probekörper können auf Stauchen (entsprechend den gewöhnlichen Druck- und Knickversuchen), auf Durchbiegen, Ausbeulen (bei Blechen, auf ringförmigem Auflager) und Zerreißen beansprucht werden; auch Scheer- und Lochversuche würden sich leicht durchführen lassen. Zum Schutze gegen fortfliegende Bruchstücke ist das Fallwerk mit einer starken als Thüren ausgebildeten hölzernen Schutzwand umgeben. Die ganze Einrichtung ist in sauberer Ausführung von der Maschinenfabrik von E. Becker in Berlin hergestellt und auch bereits nach auswärts geliefert worden.

Die Ausführung von Stauchversuchen geschieht in der Regel an cylindrischen Körpern, deren Höhe gleich dem Durchmesser ist. Körper von diesen Abmessungsverhältnissen sollen in Folgendem kurzweg als „Normalkörper" bezeichnet werden; Normalkörper 15 soll alsdann bedeuten, daß Höhe und Durchmesser des Körpers gleich 15 mm sind. Uebrigens sind auch Reihen von Versuchen mit würfel- und röhrenförmigen Körpern ausgeführt. Zu den Stauchversuchen wird ein Amboseinsatz aus Stahlguß benutzt, welcher mit einem gehärteten Stahleinsatz versehen ist, der schwach kegelförmig in seine Sitzflächen eingepaßt und durch einige Schläge eingetrieben ist. In gleicher Weise ist auch der aus Stahlguß gefertigte Bär mit einem gehärteten Stahleinsatz versehen. Diese Einsätze verlieren im Laufe der Zeit ihre ebenen Endflächen und werden dann auf der Drehbank nachgeschliffen; mitunter springen sie und müssen ersetzt werden. Um sie aus ihrem Sitz zu entfernen, sind Amboseinsatz und Bär mit Bohrungen versehen. Aus dem Amboseinsatz wird das Stahlstück mit einem Dorn, aus dem Bären durch Wasserdruck herausgetrieben. Die beiden Schlagflächen müssen eben und parallel zu einander sein; außerdem soll das Schwerpunktsloth des Bären durch die Mittelpunkte beider Stahleinsätze gehen. Um sich von dem Grade des Erfülltseins dieser Bedingungen zu überzeugen, wird ein Schlag auf eine Bleiplatte ausgeführt, in welche sich die beiden Grenzkreise der Stahleinsätze abdrücken. Man kann leicht feststellen, in welchem Maße die Mittelpunkte des oberen und unteren Kreiseindruckes auseinanderfallen und ob die beiden Kreisflächen eben und hinreichend parallel zu einander sind. Mit Rücksicht darauf, daß man dem Bären einen gewissen Spielraum in seinen Führungen lassen muß, wird man sich im Allgemeinen wohl zufrieden geben müssen, wenn die Abweichung der beiden Kreismittelpunkte kleiner als 1 mm ist. Die beiden Flächen sollten jedenfalls soweit parallel und eben gehalten werden, daß die Dickenmaße der Bleischeibe, an den Kreiseindrücken gemessen, um nicht mehr als 0,2 mm von einander abweichen, und daß das Dickenmaß der Bleischeibe in ihrer Mitte gegen das mittlere Dickenmaß neben den Kreiseindrücken nicht um mehr als 0,5 mm abweicht. Diese Fehlergrenzen geben noch keine praktisch wesentliche Beeinflussung der Prüfungsergebnisse, weil auch die Endform der Probekörper immer noch einen wesentlich

geringeren Durchmesser haben wird, als die genannten Stahleinsätze. Die Höhenmessung an den Probekörpern muß dann freilich immer in der Mittelaxe des Körpers oder zwischen zwei parallelen, ebenen Flächen (Schublehre) erfolgen; sind im letzteren Falle die beiden Endflächen nicht parallel, aber nahezu eben, so würde das Mittel aus zwei gegenüberliegenden Randmessungen zu nehmen sein. In der Versuchsanstalt erfolgt die Messung mit Einhaltung der zuletzt genannten Vorsichtsmaßregel durch eine genaue Schublehre von Breithaupt in Cassel, welche mit Nonius 0,1 mm angiebt.

Die Biegeversuche an stabförmigen Körpern werden über Auflagerstücken mit abgerundeter Oberfläche ausgeführt, welche mit je zwei kräftigen Befestigungsschrauben an dem Ambos so angebracht werden können, daß man freie Stützweiten von 100 bis 700 mm erzielen kann. Auf die Mitte des Probestückes wird erforderlichen Falles ein Sattelstück lose aufgelegt, auf welches dann der Bär schlägt. Hierdurch soll eine örtliche Beschädigung der Proben vermieden werden. Bei Anwendung der Sattelstücke schlägt man mit Bären mit ebener Endfläche, im anderen Falle mit Bären mit gerundeter Endfläche; da die Bärflächen alsdann aber arg mitgenommen werden, sucht man diese Fälle thunlichst auszuschließen. Um das Fortfliegen der Bruchstücke oder allzugroße Lagenänderungen des Probestückes in Folge der Prellschläge des tanzenden Bären zu vermeiden, werden mit Hülfe der noch vorhandenen Laschenlöcher der Führungsschienen einige Holzklötze festgeklemmt, welche den Probestab mit einem für seine freie Bewegung ausreichenden Spiel genau auf den Auflagermitten erhalten und so zugleich die Einstellung der Probe wesentlich erleichtern. Die Messung der Durchbiegungen geschieht mit Hülfe eines von wir entworfenen und von Klebe in München angefertigten Dreispitzzirkels. Dieser Zirkel hat an einer 1 m langen, in Millimeter getheilten Stange eine feste Spitze, die mit dem Theilungsnullpunkt zusammenfällt, und eine zweite, mittelst einer Schiebehülse bewegliche Spitze. Eine zweite Schiebehülse ist zwischen beiden Spitzen angebracht, welche einen senkrechten, gleichfalls in Millimeter getheilten Arm trägt, auf welchem die dritte Spitze verschiebbar ist. Alle Schiebehülsen sind mit Nonien versehen, welche 0,1 mm ablesen lassen. Der Probestab wird in seiner neutralen Axe mit drei in gerader Linie liegenden Körnerpunkten versehen, wovon zwei über die Auflager und einer in die Mitte zwischen beide andere fallen. Nach dem Schlage kann man nun leicht durch Einsetzen der Zirkelspitzen in die Körnerpunkte Sehnenlänge und Pfeilhöhe an dem gebogenen Stück ausmessen.

Ausbeulungsversuche mit Blechen sind allerdings noch nicht vorgekommen, aber die Einrichtungen hierfür sind vorgesehen, indem zwei ringförmige Auflager von 250 und 350 mm Durchmesser beschafft wurden. Die Ausbeulung erfolgt durch Schläge auf die Mitte der so gestützten Bleche.

Zur Ausführung der Zerreißversuche ist nach meinem Entwurf eine auf Tafel 1 dargestellte Einrichtung aus Stahlguß von der Firma Krupp in Essen beschafft worden, welche aus einem in das Einsatzloch des Ambos eingreifenden Bock und aus einem durch die Führungsschienen geführten Rahmen besteht. Der Bock wird mit zwei Befestigungsschrauben mit dem Ambos verschraubt. Der Probestab von der Normalrundstabform der Anstalt (20 mm Durchmesser in der Gebrauchslänge*) wird mit getheilten Einlegeringen in dem Bock und dem Rahmen befestigt. Der Schlag wird auf den Kopf des Rahmens gegeben,

*) Vgl. „Mittheilungen“ 1888 S. 9.

von dem Rahmen auf das untere Ende des Probestabes übertragen, durch diesen fortgepflanzt und von dessen oberem Ende durch den Bock in den Ambos geführt. Die hierbei in dem Probestab hervorgerufene Verlängerung wird mit Hülfe eines Breithauptschen Katheto-meters in 0,1 mm abgelesen. Diese Art der Messung ist ja an sich ein wenig umständlich, indessen das Instrument ist einmal zur Hand und da solche Zerreißversuche nicht häufig vorkommen, lohnte es nicht, eine besondere Einrichtung für die Längenmessungen auszuführen.

Nachdem in Vorausgehendem der Apparat in seinen wesentlichen Einrichtungen beschrieben ist, wird nunmehr eine Mittheilung über die Art und Weise am Platze sein, in welcher seine Konstanten und die Fehlerquellen des Verfahrens festgestellt und untersucht worden sind. Hieran anschließend wären die Ergebnisse der bisher ausgeführten Versuche, getrennt nach den einzelnen Versuchsarten, zu besprechen, und zum Schluß die Frage zu erörtern, in welcher Weise diese Versuchsarten vielleicht für das Materialprüfungswesen praktisch ausgenutzt werden können.

a. Feststellung des wirksamen Bärgewichtes und der Fehler des Apparates.

Wie Kick in seiner Arbeit „Das Gesetz der proportionalen Widerstände" wiederholt betont und wie es auch von der II. Konferenz*) angenommen ist, ist zur Erzielung gleicher Wirkung das wirklich zur Geltung kommende Gewicht des Bären möglichst genau zu ermitteln. In der Versuchsanstalt geschieht diese Ermittelung außer nach jeder Veränderung am Bären und an den Führungen von Zeit zu Zeit, um stets sicher zu sein, daß keine zufälligen und sonst unbemerkten Aenderungen übersehen werden und die Ergebnisse trüben; auch dient die wiederholte Prüfung und Vergleichung durch verschiedene Personen wesentlich zur Uebung und Schulung des Personals.

Die von mir am 20. October 1885 ausgeführten ersten Bestimmungen geschahen mit Hülfe einer eingeschalteten Feder, an welcher der Bär an verschiedenen Stellen des Fallhöhenmaßstabes frei spielend hing. Das Gewicht für den Bären I ergab sich zu 39,97 kg, das der beiden Schellen mit Schrauben zu 16,92, mithin in Summa 56,89 kg. Die Ausdehnung der benutzten Spiralfeder zwischen den für die Messung benutzten Körnermarken betrug für 55 kg = 218,0 mm und für 60 kg = 224,8 mm; 1,35 mm Federdehnung entsprach also 1 kg. Nachdem alle Gleitflächen gehörig mit Graphit, der stets zur Schmierung der Flächen benutzt wird, eingerieben waren, wurden bei langsamer Bewegung die Aenderungen in der Federdehnung entweder mit dem Zirkel oder mit einem an der Feder angebrachten Maßstabe gemessen. Hierbei erhielt man die in der Tabelle 1, Seite 6 gegebenen Ablesungen.

Mehrfach wurde bei den Bestimmungen des wirksamen Gewichtes in der Weise vorgegangen, daß man den Bären in verschiedenen Höhenlagen einstellte und nun die Unterschiede der Einstellungen ablas, welche eintraten, wenn man den Bären nach unten oder nach oben aus seiner Lage brachte und ganz langsam in seine alte Lage zurückkehren ließ. Die so gewonnenen Werthe lieferten ähnliche, jedoch meist etwas größere Zahlen für die Reibung als die nach der ersten Weise gewonnenen.

*) „Beschlüsse der Konferenzen zu München und Dresden" — München 1887, Theodor Ackermann — Seite 8 und 9.

Tabelle 1.

Bestimmung des wirksamen Gewichtes für Bär I.

Einstellung am Höhenmaßstab m	Ablesungen bei langsamem Aufgang mit dem Zirkel mm	Aufgang am Maßstab mm	Niedergang mit dem Zirkel mm	Niedergang am Maßstab mm	Unterschied zwischen Aufgang und Niedergang in mm
0,0	222,5		221,2		
	222,6		220,8		
	222,8		221,0		
Mittel . . .	222,63		221,00		1,63
0,5	223,1		221,3		
	223,6		221,5		
	223,3		221,6		
Mittel . . .	223,33		221,47		1,86
1,0		159,6		158,1	
		159,7		158,3	
		160,0		158,2	
Mittel . . .		159,43		158,20	1,23
1,5		160,2		158,4	
		160,1		158,4	
		160,2		158,4	
Mittel . . .		160,17		158,40	1,77
2,0		160,1		158,3	
		160,0		158,2	
		160,3		158,3	
Mittel . . .		160,13		158,27	1,86
2,5		160,2		158,4	
		160,1		158,3	
		160,2		158,3	
Mittel . . .		160,17		158,33	1,84
3,0		160,4		158,5	
		160,3		158,5	
		160,3		158,5	
Mittel . . .		160,33		158,50	1,83
	Mittel				1,72

Rechnungen

Mittlere Reibung:

$$R = \frac{1,72}{2} \times \frac{1}{1,35} = \mathbf{0,64}\ \text{kg}.$$

Mittleres wirksames Gewicht:

$$G = G_1 - R = 56,89 - 0,64 = \mathbf{56,25}\ \text{kg}.$$

Die Reibung beträgt mithin:

$$\alpha = \frac{0,64 \times 100}{56,89} = \mathbf{1,13}\ \% \text{ von } G_1.$$

In gleicher Weise ermittelt ergiebt sich für den

Bär II: $R = 0,55$ kg; $G = 55,28$ kg; $\alpha = 0,98$ %.

Bär III: $R = 0,35$ kg; $G = 36,73$ kg; $\alpha = 0,94$ %.

Bär IV: $R = 0,24$ kg; $G = 36,60$ kg; $\alpha = 0,65$ %.

Im Laufe der Zeit sind einige Aenderungen an den Bären vorgenommen und man wird ihre wirksamen Gewichte deswegen in den nachstehenden Tabellen verschieden angegeben finden.

Die Untersuchung der Theilung auf dem Fallhöhenmaßstab hat ergeben, daß die 2 m-Marke um 0,8 mm zu hoch liegt, die übrigen Meterstriche sind richtig. Im übrigen waren die bei den einzelnen Theilstrichen gefundenen Fehler meist kleiner als 1 mm und die Decimeter-Reihe als richtig anzusehen.

Die Untersuchung der Auslösevorrichtung hat gelehrt, daß beim Auslösen sich der Bär bis zum Augenblick des Freiwerdens um 1 mm senkt. Die beiden vorgenannten Fehlerquellen können für die meisten Versuche vernachlässigt werden; sie sind indessen häufig in Rechnung gestellt worden.

b. Stauchversuche.

Für die eigentliche Materialprüfung dürften vorwiegend wohl nur die Versuche an prismatischen Körpern, und zwar meistens an Cylindern, deren Durchmesser gleich der Höhe (Normalkörper) und an Würfeln in Frage kommen. Nach dem Gesetz der proportionalen Widerstände gilt für geometrisch ähnliche Körper aus Material von völlig gleichen Eigenschaften der Satz,

> zur Erzielung geometrisch ähnlicher Endformen sind gleiche spezifische Schlagarbeiten (mkg/ccm oder mkg/gr) erforderlich.

Kick behandelt in seinem Werke eingehend die verschiedenen Formen, in denen das Gesetz ausgesprochen werden kann, giebt die geschichtliche Entwickelung, theoretische Begründung, Bewahrheitung durch den Versuch und eine reichhaltige Anwendung auf praktische Verhältnisse. Da es nicht möglich ist, auf alle Einzelheiten einzugehen, muß es dem Leser überlassen bleiben, das außerordentlich interessante Werk zu studiren.

Streng genommen setzt das oben ausgesprochene Gesetz voraus, daß die Formänderungen auch während des ganzen Verlaufes des Versuches proportional bleiben,

> daß also auch die Geschwindigkeiten, mit welchen die Formänderungen vollzogen werden, proportional sind.

Kick hat aber durch Versuche nachgewiesen, daß für gewisse Materialien die Geschwindigkeit innerhalb ziemlich weiter Grenzen keinen bemerkbaren Einfluß ausübt, denn er erzielte bei Bleikörpern (Normal 15,1) unter Anwendung einer Gesammtschlagarbeit von 1,77 mkg für den Schlag beim ersten, zweiten und dritten Schlage folgende Höhen der Probekörper, ausgedrückt in Prozenten der ursprünglichen Höhe:

a) aus einer Fallhöhe von 3,07 m mit einem Fallgewicht von 0,576 kg nach einander: 80,7; 65,0 und 53,0 %.

b) aus einer Fallhöhe von 0,261 m mit einem Fallgewicht von 6,75 kg nach einander: 80,2; 65,6 und 53,7 %.

Die Geschwindigkeiten standen hierbei nahezu im Verhältniß 1 : 4.

Mit Bleikörpern (Normal 18,0) ergaben sich unter ganz gleichen Verhältnissen für a) die Höhen 84,9; 74,4; 65,2 und 58,2 % und für b) die Höhen 84,9; 73,5; 64,1 und 55,6 %.

Das für Blei erwiesene Verhalten ist, wie schon oben angedeutet, nicht bei jedem Material das gleiche.

Die Versuche von Kick haben weiter ergeben,

> daß die Leistung vieler schwacher Schläge wesentlich geringer ist, als diejenigen von wenigen wuchtigen Schlägen von gleicher Gesammtarbeit.

Diese Thatsache findet ihre Begründung darin, daß von der Gesammtarbeit des fallenden Gewichtes ein recht großer, einstweilen noch nicht wohl bestimmbarer Theil verloren geht. Dieser Antheil ist nicht proportional der vom Bären bei jedem Schlage geleisteten Arbeit; er ist auch abhängig von der Natur des Probestückes, von der Konstruktion des Fallwerkes u. a. m.

Man gewinnt die Ueberzeugung von dem Einfluß des Materialzustandes, außer aus den Arbeiten Kicks u. A., ohne Weiteres, wenn man beachtet, daß beim Stauchversuch mit Blei der Bär nach jedem Schlage fast ganz in Ruhe bleibt, während beim weichen Kupfer dies nur

beim ersten Schlage der Fall ist. Das Kupfer wird nach jedem Schlage härter, man sieht dann den Bären nach jedem Schlage tanzen und kann schließlich leicht 4, 5, 6 und mehr Hiebe zählen. (Vergl. Bemerkungen auf Tabelle 2 und 3.)

Dadurch, daß die bereits genannten Einflüsse die Anwendbarkeit des Gesetzes der proportionalen Widerstände für die Materialvergleichung erschweren, ist die Nothwendigkeit gegeben, die Fehlergrenzen für die einzelnen Materialgattungen und Apparate genauer zu erforschen.

1. Vorbemerkungen.

Mit Bezug auf das vorhin Gesagte mag hier schon erwähnt werden, daß in den folgenden Tabellen und Beschreibungen das erwähnte Tanzen des Bären als „Prellschläge" (P) bezeichnet ist. Dabei kommt dann meistens auch das Probestück in Bewegung und die Folge davon ist, daß zuweilen ein solcher Prellschlag nicht mehr die ganze Probenfläche trifft, sondern auf der Probe einen Eindruck der Schlagfläche des Bären hinterläßt (Figur 1a und b).

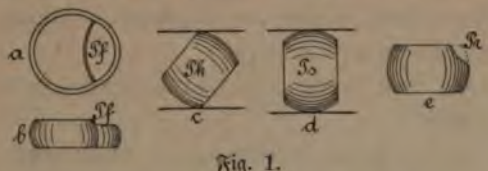


Fig. 1.

Dieser Zustand ist mit Pf bezeichnet. Ein andermal dreht sich der Probekörper so um, daß der Prellschlag ihn auf der hohen Kante (Pk) trifft (Figur 1c). Zuweilen dreht sich der Körper so weit, daß er einen Schlag auf die Seitenfläche (Ps) bekommt (Figur 1d). Häufig springt auch der Körper ganz fort, dann hat er in der Regel an der Kante eine Rutschfläche (Pr) (Figur 1e); es ist gewissermaßen ein Stück von der Kante abgekniffen. Die Versuche sind trotz dieser Vorkommnisse weitergeführt, wenn nicht der Körper sehr wesentlich beeinflußt erschien, weil man bei der Benutzung der Versuchsergebnisse fand, daß die Gesetzmäßigkeit und Stetigkeit der Ergebnisse meistens keinen Abbruch erlitten. Um den Leser aber auf diese Umstände aufmerksam zu machen, sind in den Tabellen die Werthe, welche an in der genannten Weise beeinflußten Körpern erhoben wurden, meistens mit ( ) eingeklammert oder mit besonderen Zeichen versehen. Diese Zahlen sind bei den Vergleichen noch mit benutzt, während die von stark beeinflußten Körpern entnommenen Werthe in [ ] gesetzt und zu den Vergleichen nicht benutzt sind.

Hier mögen vor dem Eingehen auf die einzelnen Versuchsreihen noch einige allgemeine Erscheinungen besprochen werden, deren Wirkung bei der Versuchsausführung und bei der Beurtheilung der Ergebnisse beachtet werden muß.

Die dehnbaren Metalle nehmen bei den Stauchversuchen mit Normalkörpern eine tonnenförmige Gestalt an, und wie bei den Druckversuchen erfolgt der Bruch, der Regel nach, unter den folgenden Erscheinungen (vergl. Figur 2).

Bei manchen Materialien wird die Oberfläche nach den ersten Schlägen „krispelig" d. h. die vorher blank bearbeitete Mantelfläche überzieht sich mit einem feinen Hauch, der schließlich immer gröber wird und sich oft zu regelmäßigen feinen Längsfalten ausbildet. In dieser matten Oberfläche lassen sich bei unhomogenem, gewalztem oder gezogenem Material und wenn die Bearbeitungsrichtung parallel zur Probenaxe liegt, scharf begrenzte Streifen unterscheiden, welche den „Längsnähten" bei Zerreißproben (vergl. Jahrg. 1890, Ergänzungsheft II, Seite 23 und 24) entsprechen; sie verrathen, daß härtere oder weichere, zuweilen auch poröse Stellen im Material vorhanden sind. Bei manchen Legirungen, z. B. unreinem Blei, bedeckt sich die Mantelfläche mit Runzeln von mehr oder minder Ausdehnung, so daß der Körper

zuweilen ein ganz unregelmäßiges Aussehen erhält. Bei solchem Aussehen war in der Regel nachzuweisen, daß keine vollständige Legirung stattgefunden hatte.

Die Brucherscheinungen fallen je nach den Materialeigenschaften verschieden aus. Bei sehnigem Material pflegen sich ein oder mehr Risse zu bilden, wie Figur 2 a und b zeigen. Bei körnigem sprödem Material z. B. Gußeisen, aber oft auch bei gewalztem Material z. B. Messing, Magnesium, bilden sich an den Schlagflächen Materialkegel, welche den Ring herausschieben und vielfältig zum Bruch bringen. Dieser Vorgang ist durch den Querschnitt in Figur 2 c veranschaulicht. Bei vielen Körpern aus gleichmäßigem zähem Material zeigten sich auf der Mantelfläche diagonale Risse (später und in den Tabellen mit Dr bezeichnet), die sich unter 45° zur Axe des Körpers kreuzen (Figur 2 f). Die Andeutungen zu diesen Rissen erkennt man häufig schon ziemlich frühzeitig, indem sich auf der Mantelfläche lange vor dem Bruch eine ganz schwache diagonale Furchung (später mit D bezeichnet) bildet. Diagonalrisse traten namentlich bei einem sehr zähen Geschützstahl auf. Von diesem Stahl wurde ein anderer Körper (Figur 2 g) nicht ganz bis zum Bruch geführt, dann mitten durchgesägt, polirt und geätzt; die Fläche zeigte im reflektirten Licht die in Figur g angedeuteten, in Wirklichkeit allerdings nur schwer erkennbaren Streifungen, welche auf eine regelmäßige zwiebelschalenförmige Lagerung im Material schließen lassen.

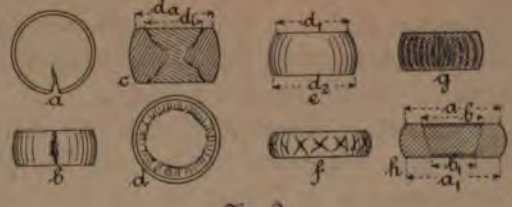


Fig. 2.

Andere Erscheinungen haben zu besonderen Maßnahmen bei der Ausführung der Versuche Anlaß gegeben. Wenn man einen gestauchten Körper betrachtet, so fällt auf den Schlagflächen die Bildung einer Randzone auf, welche sich ziemlich scharf von der mittleren Kreiszone unterscheidet, Figur 2 c und d. Die Kreiszone entspricht der ursprünglichen Endfläche (Durchmesser di) des Probekörpers; die radial gestreifte Randzone (äußerer Durchmesser da) hingegen dürfte Materialtheilchen enthalten, welche der ursprünglichen Mantelfläche angehörten.

Die in den voraufgehenden Absätzen beschriebenen Erscheinungen treten, wie bekannt, fast alle auch bei Druckversuchen auf. Jedenfalls nicht so deutlich ausgeprägt kommt bei Druckversuchen die in Figur 2 e dargestellte Erscheinung vor, daß die Endflächen einen in die Augen fallenden Unterschied ihrer Durchmesser d_1 und d_2 besitzen. Um das Material möglichst gleichmäßig zu beanspruchen und möglichst gleiche regelmäßige Formen zu erzielen, wurde angeordnet, daß bei allen Versuchen der Probekörper nach jedem Schlage in eine andere Lage gebracht wird, so daß abwechselnd die eine oder die andere Fläche oben liegt.

Die bei den Stauchversuchen wegen der häufigen Beschädigung der Proben sehr lästigen Prellschläge versuchte man mehrfach unschädlich zu machen, indem man entweder den Bären beim Tanzen möglichst nach seinem ersten Schlage abfing, oder den an einem Faden befestigten Probekörper sofort nach geschehenem Schlage herauszog. Diese Maßnahmen hatten natürlich einen bemerkbaren Einfluß auf das Ergebniß und deswegen sind viele Parallelreihen zur Feststellung seiner Größe ausgeführt worden, worüber später zu berichten ist.

2. Versuche mit Normalkörpern und verschiedenen spezifischen Schlagarbeiten.

Für die praktische Materialprüfung ist es nicht möglich, ganz vollkommene Führung in den Schienen zu erreichen, man wird den Bären immer mehr oder weniger mit Spiel laufen lassen müssen, auch ist es nicht thunlich (wie Kick es verlangt), ihn jedesmal am Faden auf-

zuhängen und diesen abzubrennen, was die einflußloseste Auslösung sein würde. Man kann Schwankungen im Reibungswiderstande, schlotternde Bewegung des Bären und eine gewisse Ungenauigkeit in der Ausführung der Probekörper nicht vermeiden. Weil diese Umstände bis zu einem gewissen Grade auch von den der Versuchsanstalt zur Verfügung stehenden Apparaten gelten, so war es zunächst erwünscht, durch Vorversuche festzustellen, mit welcher Genauigkeit das Gesetz der proportionalen Widerstände sich bei der Prüfung mit dem hiesigen Schlagwerk bewahrheiten würde. Hierbei sollte zugleich die Frage gelöst werden, ob etwa die Größe der spezifischen Schlagarbeit von Einfluß auf den praktisch erreichbaren Genauigkeitsgrad sei, und welcher Einfluß in dieser Richtung etwa den Materialeigenschaften zuzuschreiben sein würde. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 niedergelegt und durch die Schaubilder Figur 5—10 mit einander verglichen.

Tabelle 2 behandelt Versuche mit Normalkörpern 15, 13 und 10 aus Walzmessing, welche mit verschiedenen Beträgen von spezifischer Schlagarbeit für den Schlag gestaucht sind. Da jedesmal je ein Körper der drei Abmessungen spezifisch gleich beansprucht worden ist und

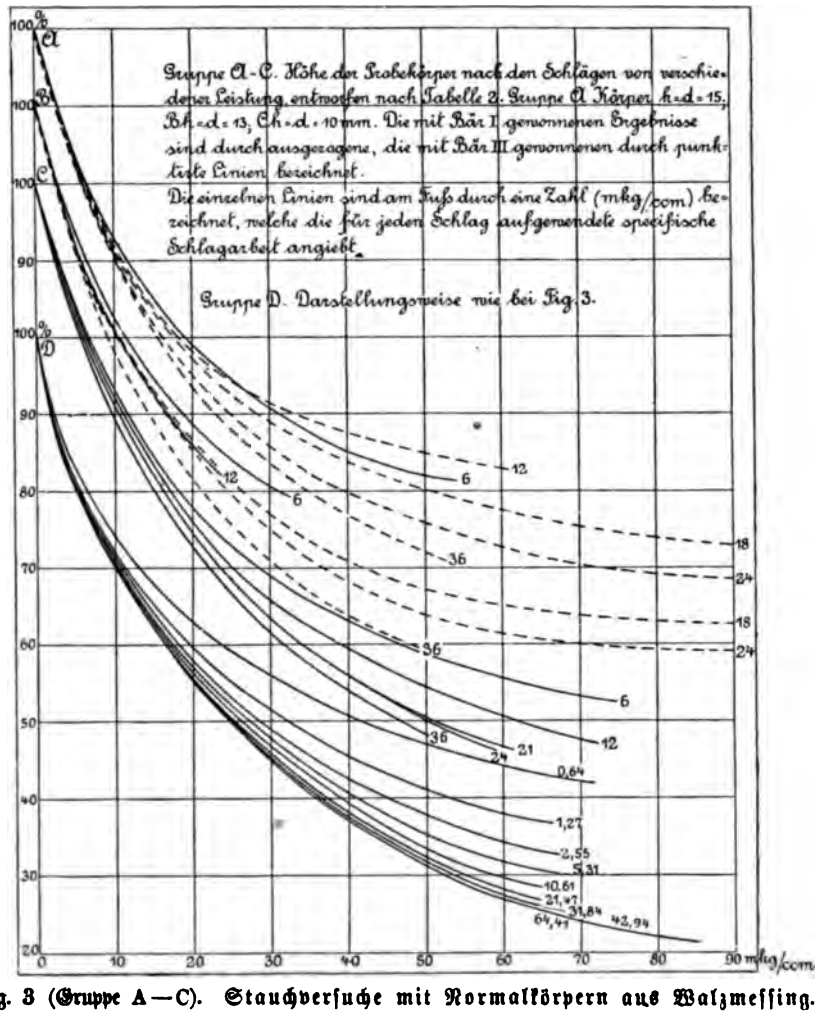


Fig. 3 (Gruppe A—C). Stauchversuche mit Normalkörpern aus Walzmessing.
Fig. 4 (untere Liniengruppe D). Stauchversuche mit Normalkörpern 15 aus Kupfer.

Tabelle 2. Stauchversuche mit Normalkörpern aus Walzmessing bei verschiedener spezifischer Schlagarbeit für den Schlag.

Erklärung: Im Kopf bedeutet: Nr. = laufende Nummer des Versuchs; die römische Zahl die Bärnummer; G = wirksames Gewicht des Bären in kg; f = Fallhöhe in m; A = Schlagarbeit für einen Schlag in mkg; h, d = ursprüngliche Höhe und Durchmesser der Proben in mm; J = Körperinhalt der Proben in ccm; a = spezifische Schlagarbeit für einen Schlag in mkg/ccm; Σa = spezifische Schlagarbeit für die Schläge 1 bis n; hn und dn die Höhen und Durchmesser der Probe nach dem n<u>ten</u> Schlage in Prozenten von h und d.

Nr. =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bär =	III	III	III	I	III	III	I	I	III	I	I	III	I	I	III
G =	36,73	36,73	36,73	56,25	36,73	36,73	56,25	56,25	36,73	56,25	56,25	36,73	56,25	56,25	36,73
f =	0,433	0,283	0,129	0,565	0,562	0,257	0,848	0,552	0,447	1,132	0,736	0,507	1,695	1,215	0,770
A =	15,90	10,40	4,74	31,78	20,64	9,44	47,70	31,05	16,42	63,68	41,40	18,62	95,34	68,34	28,28
h =	14,98	13,00	10,00	14,90	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00
d =	14,98	13,00	10,00	14,98	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00	15,00	13,00	10,00
J =	2,640	1,726	0,785	2,626	1,726	0,785	2,651	1,726	0,785	2,651	1,726	0,785	2,651	1,726	0,785
a =	6,02	6,02	6,00	12,10	11,96	12,03	17,99	17,99	20,91	24,02	23,99	23,72	35,97	39,60	36,03

Schlag	Formänderungen in Prozenten der ursprünglichen Abmessungen.																											
Nr.	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn	hn	dn
1	88,7	107	88,7	107	89,5	107	80,2	113	79,9	114	80,5	114	73,6	118	73,8	118	69,0	123	66,8	125	67,1	124	67,0	125	57,0	135	54,2	139	55,5	137
2	80,8	114	80,7 [9]	113	81,3	113	68,3[9]	123	67,6[9]	124	67,5	125	59,3[9]	132	59,2[9]	134	53,0	141	50,6	143	50,6[9]	144	49,5	145	39,0[9]	163	36,0[9]	170	36,5	168
3	74,5	118	74,2 [9]	118	75,0	118	60,2[9]	131	58,7[9]	133	58,5	134	50,7	144	49,2	146	48,0	158	41,5	158	40,2[9]	160	38,5	164	Bruch mit Diagonalrissen 1 = Pr		unbrauchbar 1 = Pr		unbrauchbar	
4	69,4	123	68,8 [9]	123	69,0	123	54,3[9]	137	51,8[9]	142	51,5	143	45,3	151	42,3	156	34,8	173	36,6	168	34,5	174	31,0	182						
5	65,1	127	64,8 [9]	127	64,3	127	51,0	143	Pr		45,8	151	42,0	157	38,5	164	29,3	187	33,2	176	31,2	181	25,8[9]	196						
6	61,3	131	60,7[10]	131	60,0	132	48,8	146			41,5	159	38,8	163	36,8	168	26,0	—	30,2	183	29,8	185	unbrauchbar geworden						
7	57,8	134	57,5	134	56,8	136	46,9	149			38,3	166	36,6	168	35,0[9]	172	radikaler Riß		28,6	189	28,5	188								
8	55,1	138	55,2[11]	138	53,8	139	45,0[9]	152			35,5	172	35,2	172	33,8	174			26,7	194	27,5	193								
9	53,0	141	52,6[12]	142	51,0	143	Bruch[9]				32,5	177	33,7	175	33,1[9]	176			Bruch mit Diagonalrissen		26,8	195								
10	50,7	144	51,1[13]	143	48,8	146					30,0	unrund	32,5	177							26,3	197								
11	48,8	147	49,3[14]	146	46,5	150					28,8	—	31,6	180							25,7	199								
12	47,1	149			44,8	153					27,0	Riß	30,8	182							25,2	201								
13	45,9[9]	151			43,8	155							29,8	184							24,7	202								
14	44,4[9]	154			42,0	159							28,7[9]								24,1	204								
15	43,2[9]	156			40,5	161							28,3[9]								23,8	207								
16	42,4[9]	157			39,5	163							27,7[9]								23,3	208								
17	41,6[9]	158			38,5	165															22,9	—								
18	41,3[9]	160			37,5	167															22,7	—								
19					36,3	169															Riß									
20					35,5	171																								

Bemerkungen zu 1—3.
Der erste Prellschlag hat Fallhöhe bei 1 = 100, 2 = 120, 3 u. 4 = 125, 5 = 130 mm; dgl. bei 6 = 20, 7 = 25, 8 u. 9 = 30, 10 = 35, 11 u. 12 = 45, 13 = 50 und 14 = 65
0 = Ps; 5 u. 14 = Pr

Bemerkungen zu 4—6.
Fallhöhe des ersten Prellschlages bei 6 = 15, 7 = 25, 8 = 35, 9 = 45.
1, 3 u. 7 = Ps; 2 u. 8 = Pk; 4 = Pr; 5 = Diagonalrisse

Bemerkungen zu 7—9.
1 = Ps; 5 = Pk; 7 = Pr; 2 = kleiner Riß; 3 u. 6 = Diagonalrisse; 4 = Querriß

Fortsetzung zu Nr. 3.

Schlag Nr.	hn	dn
21	34,8	173
22	34,0	175
23	33,5	177
24	32,5[9]	179
25	(32,3)	(180)
	1 = Pr	

die Schlagarbeiten gesetzmäßig vergrößert wurden, kann man aus den Ergebnissen zunächst den Einfluß der Größe der spezifischen Schlagarbeit ableiten. Hierzu sind, wie im Folgenden überhaupt, nur die Höhenänderungen benutzt, weil die Aenderungen der Durchmesser zu den Höhenänderungen in einem ganz bestimmten Verhältniß stehen, wie am Schlusse dieses Abschnittes nachgewiesen werden wird. Der Vergleich wird am besten durch Schaubilder ausgeführt, zu deren Gewinnung der folgende Weg eingeschlagen wurde.

Zunächst werden in getrennten Gruppen für die drei Probekörperabmessungen die nach den einzelnen Schlägen erzielten Höhen, ausgedrückt in Prozenten der ursprünglichen Höhe des Körpers, nach der bis zum betreffenden Schlage geleisteten spezifischen Gesammtarbeit geordnet aufgetragen (Figur 3). Obwohl nun stetiger Uebergang von einem Punkt zum anderen gar nicht stattfindet, so sind doch die zusammengehörigen Punkte durch Linienzüge verbunden, welche erkennen lassen, daß die Abweichungen der durch den Versuch gefundenen Punkte von den stetig gekrümmten Linienzügen (Ausgleichslinien) nur sehr gering sind, so daß das Gesetz der Formänderungen bei mehreren Schlägen gleicher Leistung durch die Ausgleichslinien gegeben ist. Man übersieht ohne Weiteres, daß die Linienzüge für die verschieden schweren Schläge auseinanderlaufen und sich gesetzmäßig aneinanderreihen, erkennt aber auch, daß diese Gesetzmäßigkeit für die beiden angewendeten Bären verschieden ist; man hat nur den Verlauf der ausgezogenen Linien (Bär I) mit demjenigen der punktirten Linien (Bär III) zu vergleichen.

Um den Ueberblick noch klarer zu machen, sind nach den Gruppen A—C, Figur 3 die Figuren 5 bis 7 entworfen, welche getrennt für jede Gruppe das Gesetz darstellen, nach

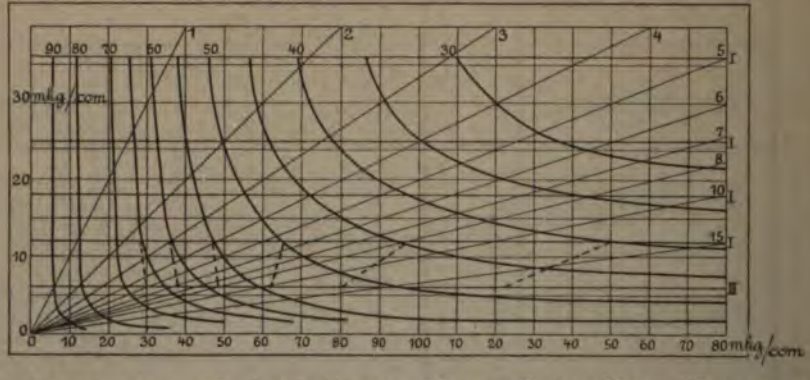


Fig. 5. Stauchversuche mit Normalkörpern 15 aus Walzmessing. Bär I und III.

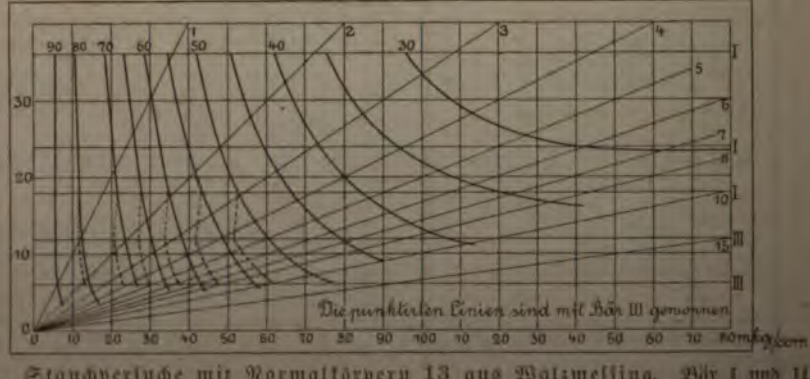


Fig. 6. Stauchversuche mit Normalkörpern 13 aus Walzmessing. Bär I und III.

welchem die Formänderung unter Anwendung beliebig vieler Schläge von beliebiger spezifischer Leistung für jeden Schlag verläuft; dieses Gesetz ist für Schläge von 0 bis 36 mkg/ccm Leistung für den Schlag und bis zu 100 bis 180 mkg/ccm Gesammtleistung abgebildet. Es wird durch eine Fläche doppelter Krümmung dargestellt, von welcher in Figur 5 bis 7 die Niveaulinien (wagerechte Schnitte) eingetragen sind, die gleichen Körperhöhen entsprechen.

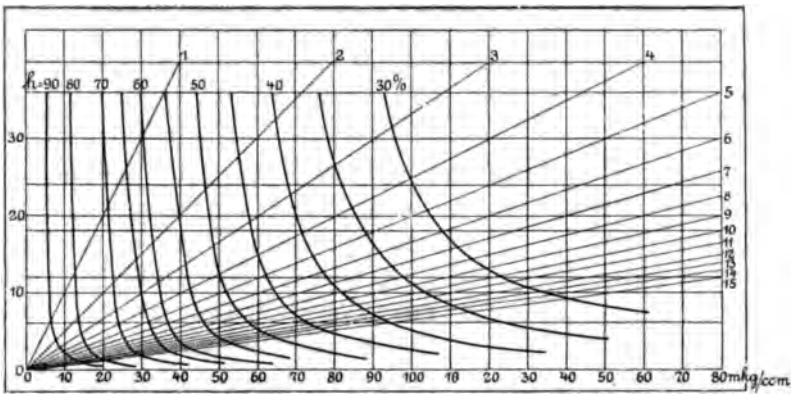


Fig. 7. Stauchversuche mit Normalkörper 10 aus Walzmessing. Bär III.

Da man selbstredend nur mit ganzen Schlägen arbeiten kann, so sind die in Wirklichkeit erzielbaren Werthe durch die Spuren der gekrümmten Oberfläche mit den senkrechten Ebenen 1, 2, 3 u. s. w. gegeben, welche der gleich benannten Schlagzahl entsprechen. Man kann die Figuren 5 bis 7 nun benutzen, um etwa festzustellen, welche Umstände man zur Wirkung bringen muß, um einen Normalkörper aus der gleichen Messingstange z. B. auf die Hälfte seiner ursprünglichen Höhe zusammen zu stauchen. Aus Figur 5 ergiebt sich, daß ein Normalkörper 15 durch 1 Schlag von etwa 45, oder 2 Schläge von 24,7, oder 3 Schläge von 18,3 mkg/ccm auf diese Höhe gebracht werden könnte und daß 15 Schläge von 6,2 mkg/ccm etwa die gleiche Wirkung haben würden. Ohne Weiteres bestätigt sich auch das von Kick angeführte Gesetz:

> Wenige wuchtige Schläge haben eine größere Wirkung als eine größere Zahl von leichten Schlägen von gleicher Gesammtarbeit,

denn die oben als zur Erzielung gleicher Wirkung nothwendig erkannten Schläge entsprechen den Gesammtleistungen: 45; 49,4; 54,9 und 93 mkg/ccm.

Die Figuren 5 und 6 zeigen, daß bei Anwendung des kleineren Bären III die der gleichen Formänderung entsprechenden Punkte und Linienzüge (sie sind durch punktirte Linienzüge an die gleichwerthigen ausgezogenen Linienzüge für den Bären I angeschlossen) erheblich weiter nach links liegen. Das heißt nichts anderes als:

> Der kleinere Bär III erzielt bei gleicher spezifischer Leistung eine größere Formänderung als der größere Bär.

Die weitere Schlußfolgerung wird sich später ergeben.

Leitet man aus Figur 5, 6 und 7 die zur Erzielung der Formänderung auf 50 % der ursprünglichen Höhe erforderlichen Schlagarbeiten ab, so erhält man folgende Gegenüberstellung:

Tabelle 2a.

Spezifische Leistung (mkg/ccm) zur Erzielung von hn = 50 %.

Zahl der Schläge	1		2		3		4		5		10	
	je	Σa	je	Σa	je	Σa	je	Σa	je	Σa	je	Σa
für H = d = 15 Bär I .	(45,0)	(45,0)	24,7	49,4	18,3	54,9	14,9	59,6	12,7	63,5	8,0	80,0
desgl. = 13 Bär I .	40,6	40,6	24,1	48,2	17,8	53,4	14,3	57,2	12,1	60,5	7,3	73,0
desgl. = 10 Bär III .	42,5	42,5	23,4	46,8	16,2	48,6	12,4	49,6	10,3	51,5	5,8	58,0

Nach dem Gesetz der proportionalen Widerstände hätten die drei Reihen nahezu gleich ausfallen müssen; man sieht aber, daß sie gesetzmäßig und nicht unerheblich von einander abweichen, wie sich aus Figur 8 gut erkennen läßt. Einen genaueren Einblick erhält man, wenn man die drei Figuren 5, 6 und 7 auf einander legt, wie dies in Figur 10 geschehen ist. Würde das Gesetz der proportionalen Widerstände strenge Geltung haben, der Einfluß der Formänderungsgeschwindigkeit verschwindend klein und der Betrag der verlorenen Arbeit proportional der aufgewendeten sein, so müßten die Linienzüge der drei Figuren sich decken, was für das untersuchte Walzmessing jedenfalls nur in beschränktem Maße zutrifft. Die Deckung wird innerhalb der durch die Figur 10 gegebenen Grenzen offenbar nur für die ersten beiden Schläge mit praktisch genügender Annäherung erzielt. Für die Figuren 5, 6 und 7 (Versuche an Normalkörpern 15 und 13 mit Bär I) könnte man sich auch mit der etwa bis zum 7. Schlage erzielten An-

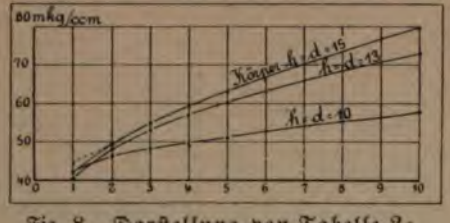


Fig. 8. Darstellung von Tabelle 2a.

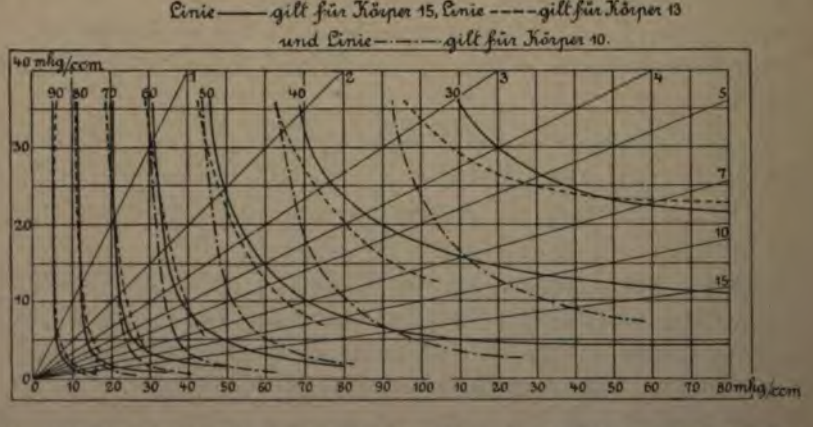


Fig. 9. Stauchversuche mit Normalkörpern 10, 13 und 15 aus Walzmessing.

näherung wohl zufrieden geben, wenn man bedenkt, daß die Versuche nicht mit aller Schärfe ausführbar sind. Auch Figur 9 läßt erkennen, daß die Wirkungen des Bären III, namentlich bei geringer spezifischer Leistung für den Schlag, stärker sind als bei Bär I; bei großer spezifischer Leistung für den Schlag nähern sie sich den Wirkungen des Bären I, denn zwischen 30 und 40 mkg/ccm kreuzen sich die gleichbenannten Linien.

Ich unterlasse es, an die Ergebnisse dieser Versuchsreihe weitere Schlußfolgerungen zu knüpfen, weil sie mir noch nicht einwandfrei und klar genug sind. Es scheint sich aber als wünschenswerth zu erweisen, daß ähnliche Reihen noch mit verschiedenen Materialien durchgeführt werden, wozu demnächst Gelegenheit geboten sein wird.

In Tabelle 3, S. 16 u. 17, sind die Ergebnisse einer Versuchsreihe mit Normalkörpern 15 aus Stangenkupfer enthalten, welche mit wachsender spezifischer Leistung für den Schlag in Anspruch genommen sind. In gleicher Weise, wie für die Reihe Tabelle 2, sind die Ergebnisse der am Kopf mit den Linienzeichen versehenen Höhenänderungen in Figur 4 und von hier aus in Figur 10 eingetragen. Die zweiten und folgenden Reihen mit gleicher spezifischer

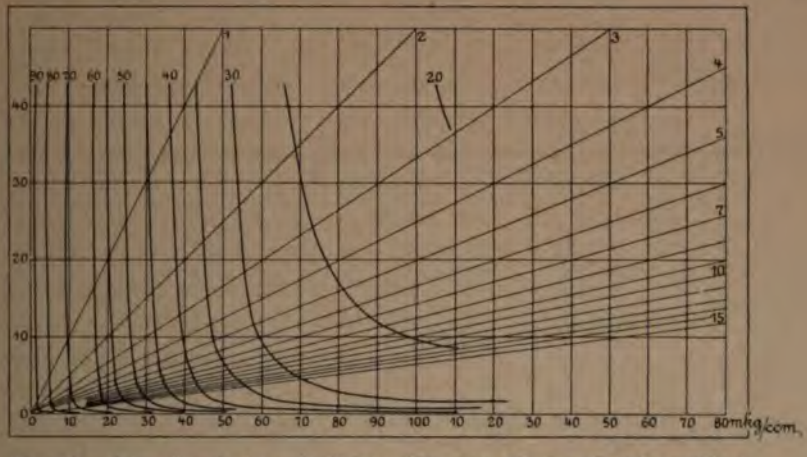


Fig. 10. Stauchversuche mit Normalkörpern 15 aus Kupfer. Bär I.

Inanspruchnahme sind Wiederholungen, welche namentlich dazu dienen sollten, die Wirkung des Abfangens der Prellschläge zahlenmäßig zu belegen. In der That hat dieses Abfangen aber nur bei den Reihen 26, 30, 33 und 34 stattfinden können, und man kann hier ohne Weiteres den großen Einfluß erkennen, der nicht Wunder nehmen kann, wenn man beachtet, daß bei Versuch 29 Prellschläge von 410 mm Höhe beobachtet sind. Abgesehen von den Unterschieden, welche durch das Abfangen der Prellschläge bedingt sind, stimmen die Ergebnisse der Wiederholungen recht gut mit denjenigen der ersten Reihen überein. Man erkennt dies schon aus den Zahlenreihen selbst, hat aber für den Vergleich immerhin zu beachten, daß wegen des gesetzmäßigen Einflusses, den die Größe der spezifischen Leistung für den Schlag auf das Ergebniß hat, man streng genommen diesen Vergleich stets nur nach Zurückführung der einen Reihe auf die für die zweite Reihe benutzte Einheitsleistung vornehmen darf. Dies geschieht am einfachsten unter Benutzung des durch Figur 10 gegebenen Gesetzes. Sieht man hiervon ab, so ergeben die Reihen 16 und 17, 22 und 23, 24 und 25, daß selbst bei geringen Abweichungen die größere spezifische Leistung geringere Höhe, also größere Wirkung erzielte. In den Reihen 18 und 19, 20 und 21 waren die Leistungen gleich, die Wirkungen sind um ein geringes verschieden.

Aus dem durchweg steileren Verlauf der Linien gleicher Höhe ersieht man, daß:

bei weichem Kupfer der Einfluß der Einheitsleistung für den Schlag geringer ist als beim untersuchten Walzmessing; dementsprechend ist auch der Unterschied zwischen der Wirkung wuchtiger und leichter Schläge von gleicher Gesammtarbeitsleistung etwas geringer als beim Walzmessing.

Tabe

Stauchverſuche mit Normalkörpern aus Stangenkupf

Erklärung: Die Bedeutung der Zeichen iſt die gleiche wie in Tabelle 2. Alle Verſuche ſind mit Bär I au
Die Proben ſtammen aus verſchiedenen Stangen und um dies zu kennzeichnen, ſind die Verſuchsnumme

Nr.	16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26	
f A	0,03 1,69				0,06 3,38				0,12 6,75				0,25 14,06				0,50 28,13					
h = d = J = a =	15,00 15,00 2,650 0,64		15,05 15,05 2,676 0,63		15,00 15,00 2,650 1,27		15,00 15,00 2,650 1,27		15,00 15,00 2,650 2,55		15,00 15,00 2,650 2,55		15,00 14,98 2,644 5,32		15,00 15,00 2,650 5,31		15,00 15,00 2,650 10,61		15,00 14,95 2,633 10,68		15,05 15,00 2,660 21,15	
Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	h
1	0,6	95,0	0,6	95,6	1,3	91,8	Wie bei Verſuch Nr. 18	92,1	2,5	87,3	Wie bei Verſuch Nr. 20	87,3	5,3	80,0	5,3	80,0	10,6	70,0	10,7	69,3	21,1	58
2	1,3	92,3	1,3	92,9	2,5	87,5		88,1	5,1	80,8		80,7	10,6	70,0	10,6	70,0	21,2	55,2	21,4	54,7	42,3	36
3	1,9	90,0	1,9	90,8	3,8	83,8		84,5	7,6	74,8		75,2	16,0	62,0	15,9	62,0	31,8	45,0	32,0	44,9	63,4	26
4	2,5	88,0	2,5	88,7	5,1	80,8		81,3	10,2	70,4		71,0	21,3	55,5	21,2	55,7	42,4	37,5	42,7	37,4		
5	3,2	86,7	3,2	87,0	6,4	78,1		78,7	12,7	66,8		67,3	26,6	50,2	26,5	50,7	53,1	32,0	53,4	31,9		
6	3,8	84,7	3,8	85,7	7,6	76,0		76,2	15,3	63,4		64,0	31,9	46,0	31,8	46,5	63,7	28,7	64,1	28,4		
7	4,5	83,5	4,4	84,0	8,9	73,8		74,0	17,8	60,7		61,0	37,2	42,4	37,1	42,5						
8	5,1	82,0	5,0	82,9	10,2	71,8		72,2	20,4	57,4		58,1	42,6	39,4	42,5	39,5						
9	5,7	80,7	5,7	81,7	11,5	69,3		70,2	22,9	55,3		55,7	47,9	36,3	47,8	36,7						
10	6,4	79,8	6,3	80,7	12,7	67,8		68,2	25,5	52,8		53,3	53,2	34,4	53,1	34,7						
11	7,0	78,7	6,9	79,7	14,0	66,3		66,9	28,0	50,5		51,2	58,5	32,3	58,4	32,7						
12	7,6	77,5	7,6	78,7	15,3	64,8		65,4	30,6	48,7		49,4	63,8	31,0	63,7	(30,7)						
13	8,3	76,8	8,2	77,8	16,6	63,5		64,0	33,1	46,7		47,6										
14	8,9	75,4	8,8	76,2	17,8	61,8		62,5	35,7	44,7		46,1										
15	9,6	74,5	9,5	75,9	19,1	60,0		61,3	38,2	43,4		44,4										
16	10,2	73,4	10,1	75,0	20,4	58,9		60,0	40,8	42,0		42,9										
17	10,8	72,7	10,7	74,3	21,7	58,0		58,6	43,3	40,7		41,6										
18	11,5	72,0	11,4	73,6	22,9	56,8		57,9	45,9	39,7		40,7										
19	12,1	71,1	12,0	72,8	24,2	55,3		56,7	48,4	38,3		39,0										
20	12,7	70,5	12,6	72,0	25,5	54,4		55,6	51,0	37,4		38,7										
21	13,4	69,7	13,3	71,3				54,6	53,5	36,7		37,5										
22	14,0	68,8	13,9	70,3				53,7	56,1	35,4		36,7										
23	14,7	68,0	14,5	69,9				52,7	58,6	34,7		36,0										
24	15,3	67,3	15,1	69,1				52,0	61,2	34,0		35,3										
25	15,9	66,8	15,8	68,1	31,9	50,0		51,2	63,7	33,4		34,5										
26	16,6	66,2	16,4	67,8																		
27	17,2	65,4	17,0	67,4																		
28	17,8	64,8	17,7	66,8																		
29	18,5	64,2	18,3	66,4																		
30	19,1	63,5	18,9	65,8	38,2	46,7		47,7														
35	22,3	60,4	22,1	63,1	44,6	43,4		45,0														
40	25,5	58,6	25,2	60,5	51,0	40,7		42,7														
45	28,7	56,3	28,4	58,4	57,3	38,7		41,3														
50	31,9	54,8	31,6	56,4	63,7	37,2		39,6														
55	35,0	52,8	34,7	54,3																		
60	38,2	51,2	37,9	53,4																		
65	41,4	50,0	41,0	52,5																		
70	44,6	48,7	44,2	51,3																		
75	47,8	47,5	47,3	50,5																		
80	51,0	46,7	50,5	49,3																		
85	54,1	45,5	53,6	48,8																		
90	57,3	44,7	56,8	47,8																		
95	60,5	43,8	59,9	4																		
100	63,7	43,2	63,1	4																		

ei verschiedener spezifischer Schlagarbeit für den Schlag.

führt. G = 56,25 kg.
welchen die Proben aus der zweiten Stange entnommen wurden, mit dem Buchstaben a bezeichnet.

27a		28a		29		30		31		32		33		34		35		36		37	
				1,00 56,25								1,50 84,38		2,00 112,50				3,00 168,75			
15,00		15,00		14,95		14,95		14,95		14,95		14,95		14,95		15,00		14,95		15,00	
15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		14,95		15,00		14,95		15,00		14,95		15,00	
2,650		2,650		2,642		2,642		2,642		2,624		2,642		2,624		2,650		2,624		2,650	
21,22		21,22		21,29		21,29		21,29		21,44		31,94		42,94		42,45		64,41		63,68	
a	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1,2	54,0	Wie bei Versuch Nr. 27	54,2	21,3	54,1	Wie bei Versuch Nr. 29	54,1	Wie bei Versuch Nr. 29	53,8	21,5	53,8	31,9	43,0	42,9	35,4[1]	42,5	34,9	64,4	25,3	63,7	24,3
2,5	36,0		36,4	42,6	36,1		36,1		36,4	43,0	36,7[1]	63,9	26,4[1]	85,9	21,0[1]						
3,7	27,4		26,7	63,9	26,6		26,8[1]		27,0[1]	64,4	27,0										
5,0	22,7			85,2	22,8[1]		22,1		(22,5)[2]			[1] P abgefangen		Spezifisches Gewicht vor 8,923 nach 8,9245 dem Versuch				Spezifisches Gewicht vor 8,9229 nach 8,9245 dem Versuch			
6,2	20,0			106,5	18,0		19,3		18,7												
7,4	18,6			127,7	17,0		16,7			[1] P abgefangen											
8,6	17,9			149,0	15,0		16,0		(18,4)					[1] P abgefangen							
9,8	17,3			170,3	14,7		15,2		(18,0)												
11,1	17,0			191,6	14,4[2]		14,7		(17,5)												
12,3	16,5			212,9	14,0		14,0		(17,0)												
13,5	16,4			[1] Di [2] P = 410 mm		[1] Di		[1] Pf [2] von hier ab alle Prellschläge abgefangen													
14,8	16,2																				
16,0	15,7																				
17,2	15,6																				
18,5	15,3																				

3. Versuche mit Körpern gleichen Durchmessers, aber verschiedener Höhe bei gleichen Arbeitsleistungen für den Schlag.

Um festzustellen, in welcher Weise das Ergebniß von Stauchversuchen beeinflußt wird, wenn die Körperform nicht genau inne gehalten ist, sind die beiden in Tabelle 4 und 5 mitgetheilten Versuchsreihen durchgeführt. Hierbei sind Körper von 15 mm Durchmesser und von 30 bis herab zu 2 mm Höhe aus Walzmessing und Kupfer Schlägen mit Bär I aus gleich bleibender Fallhöhe ausgesetzt. Die Ergebnisse für Walzmessing sind in Tabelle 4 und Figur 11 niedergelegt. Figur 11 ist genau in der gleichen Weise entworfen wie die Figuren 5 bis 7, nur habe ich, um Wiederholungen zu vermeiden, von der Veröffentlichung der Zwischenfiguren Abstand genommen.

Obwohl die für die hier zu besprechende Reihe verwendeten Probekörper nicht aus der gleichen Stange entstammen wie die früher besprochenen Körper (Tabelle 2), so habe ich doch um einen ungefähren Anhalt zu geben, in Figur 11 auch das Gesetz für die Normalform 15 (Figur 5) hineingezeichnet. Man sieht auf den ersten Blick, wie wesentlich verschieden beide Gesetze sind, und wie sich die gleich benannten Linien auf der strichpunktirten Linie kreuzen. Diese Linie stellt die Spur der beiden die Formänderungsgesetze darstellenden gekrümmten

Tabelle 4.

Stauchversuche mit Körpern von verschiedener Höhe aus Walzmessing bei gleichbleibender Schlagarbeit für den Schlag.

Erklärung: Die Bedeutung der Zeichen ist die gleiche wie in Tabelle 2. Die Proben stammen nicht aus der gleichen Stange wie die in Tabelle 2 genannten.

Alle Versuche sind mit Bär I ausgeführt. $G = 56{,}25$ kg; $f = 0{,}70$ m; $A = 39{,}38$ mkg.

Nr.	38		39		40		41		42		43		44		45		46	
h =	25,00		19,85		17,40		16,00		15,00		13,90		12,55		9,90		4,98	
d =	15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		14,95		15,00	
J =	4,42		3,51		3,07		2,83		2,65		2,46		2,22		1,74		0,88	
a =	8,91		11,22		12,83		13,92		14,86		16,01		17,44		22,63		44,75	
Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1	8,9	83,1	11,2	80,2	12,8	78,2	13,9	76,5	14,9	75,6	16,0	74,4	17,8	72,7	22,7	68,7	44,7	54,1[1]
2	17,8	72,3	22,5	67,6	25,6	65,3	27,9	63,2	29,7	61,8	32,1	60,4	35,5	57,8[1]	45,3	53,0[1]	89,5	40,8[2]
3	26,7	64,2	33,7	58,7[1]	38,4	55,7[1]	41,8	53,9[1]	44,6	52,0[1]	48,1	50,6	53,3	48,2	68,0	43,4	134,2	36,7
4	35,6	57,1[1]	44,9	51,7	51,2	48,5	55,7	46,2	59,4	44,9	64,1	43,1[1]	71,0	40,8	90,6	37,2[2]	179,0	32,7
5	44,6	51,3	56,1	45,6	64,0	(42,5)[2]	69,6	40,6[2]	74,3	39,3	80,2	38,0[2]	88,8	36,3[2]	113,3	(32,8)[2]	223,7	31,7[2]
6	53,5	47,2	67,4	—[2]	76,8	(38,4)	83,6	—[2]	89,1	35,6	96,2	—[2]	106,5	—[2]	135,9	—[4]	268,5	31,2
7	62,4	43,3	[1] Pf, Pk; [2] unbrauchbar		89,6	(35,6)	[1] Ps; [2] Pr; [3] unbrauchbar		104,0	33,3	[1] Pr; [2] unbrauchbar		[1] Ps; [2] Pr; [3] unbrauchbar		[1] D; [2] Pk; [3] Pr; [4] unbrauchbar		313,2	30,1
8	71,3	40,3[1]			102,4	(33,8)[2]			118,8	31,6							357,9	30,1
9	80,2	38,3			[1] Pf, Pk; [2] Pr; [3] unbrauchbar				133,7	30,9							402,7	30,1
10	89,1	37,2[2]							148,5	29,8							447,4	30,1[4]
11	[1] Pf; [2] unbrauchbar geworden								163,4	29,2							[1] Pf, Ps; [2] D; [3] Pf; [4] unbrauchbar	
12									178,2	28,3								
13									193,1	28,0[2]								
14									[1] Ps; [2] Riß									

Oberflächen in einander dar. Diese Durchdringung hätte in der dem Normalkörper 15 entsprechenden Linie für die Einheits-Leistung des Schlages von 14,85 mkg/ccm stattfinden müssen, man hat aber zu bedenken, daß die krumme Oberfläche, welche das Formänderungsgesetz für den Normalkörper 15 aus der zweiten Messingstange, wenn auch nicht bekannt, jedenfalls zu einer Flächenschar gehört, die mit der in Figur 5 dargestellten die beiden Grate $h_n = 100\,\%$ in den beiden Abscissenlinien O gemeinsam hat und tiefer liegt als die Fläche Figur 5. Die zweite Messingstange war also weicher als die erste.

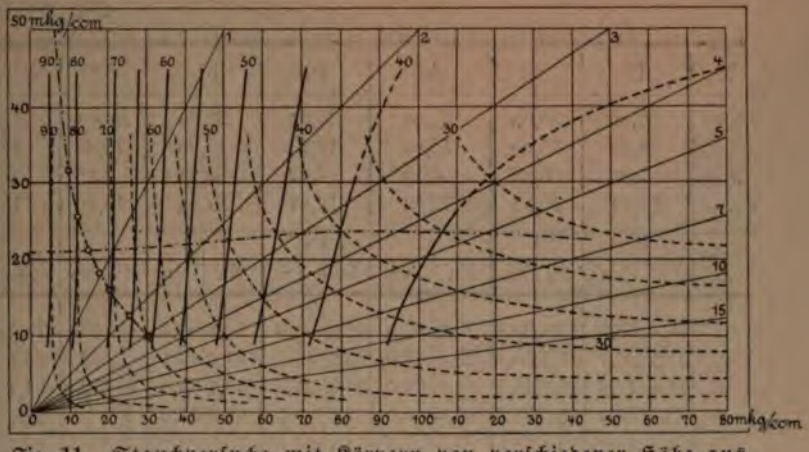


Fig. 11. Stauchversuche mit Körpern von verschiedener Höhe aus Walzmessing bei gleichbleibender Schlagarbeit für den Schlag.

Abgesehen von diesem Umstande ist aber aus Figur 11 doch ganz klar zu erkennen, daß man die Höhenabmessungen der Probekörper recht genau innehalten muß, wenn nicht die Ergebnisse wesentlich beeinflußt werden sollen. Diese Beeinflussung zeigt sich bei den ersten Schlägen nicht so stark als bei den folgenden, denn anfangs schneiden sich die gleichbenannten Linien unter kleinerem Winkel als später. Die Versuchsreihe zur Feststellung des Einflusses der Durchmesserveränderung bei gleichen Schlagleistungen ist leider noch nicht zur Ausführung gelangt, sie soll aber noch vorgenommen werden, wobei dann auch zwei Reihen

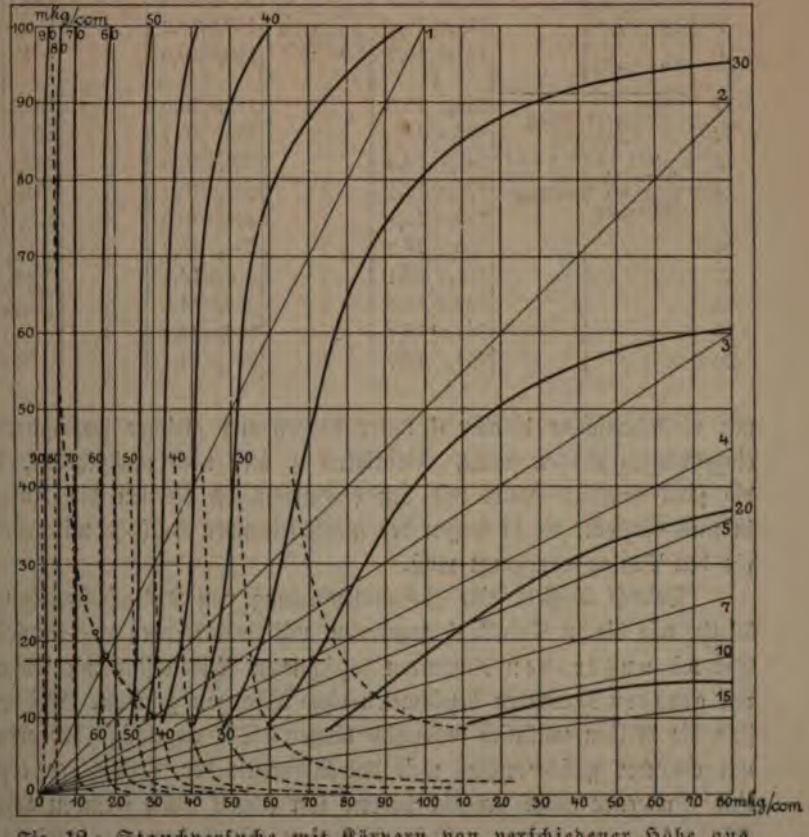


Fig. 12. Stauchversuche mit Körpern von verschiedener Höhe aus Stangenkupfer bei gleichbleibender Schlagarbeit für den Schlag.

Tabelle

Stauchversuche mit Körpern von verschiedener Höhe aus

Erklärung: Die Bedeutung der Zeichen ist die gleiche wie in Tabelle 2.

Alle Versuche sind mit Bär I ausgeführt.

Nr.	47		48		49		50		51		52		53		54		55		56	
h =	30,00		30,05		25,00		25,05		20,00		20,00		17,50		17,60		15,00		15,00	
d =	15,00		15,00		15,00		14,90		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00	
J =	5,30		5,31		4,42		4,37		3,53		3,53		3,09		3,11		2,65		2,65	
a =	10,61		10,59		12,73		12,87		15,93		15,93		18,20		18,09		21,23		21,23	
Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1	10,6	68,3	10,6	68,4	12,7	65,0	12,9	65,0	15,9	61,0	Wie bei Versuch Nr. 51.	60,0	18,1	58,0	18,1	57,4	21,2	54,0	Wie bei Versuch Nr. 55.	54,3
2	21,2	53,7	21,2	53,2	25,4	49,0	25,7	48,4	31,8	43,5		42,7	36,3	40,6	36,2	40,0	42,5	36,0		36,4
3	31,8	42,6	31,7	42,5	38,1	38,0	38,6	37,2	47,7	33,0		32,0	54,4	30,4	54,3	29,6	63,7	27,4[1]		26,7
4	42,4	35,0	42,3	34,6	50,8	30,2	51,5	29,5	63,6	27,0			72,6	25,1[1]			85,0	22,7[2]		
5	53,0	28,9[1]	52,9	28,6	63,5	25,0[1]	64,4	(24,0)	79,5	22,7[1]			90,7	21,0[2]			106,2	20,0[3]		
6	63,5	24,6[2]	63,5	24,4	76,2	21,8[2]	Bemerk. zu Nr. 51.		95,3	20,2			108,8	18,6[3]			127,4	18,6		
7	74,1	21,5[1]			88,9	19,2[1]	[1]) a D Pf: von hier ab Prellschläge abgefangen		111,2	18,4			127,0	17,4			148,6	17,9		
8	84,7	19,0[1]			101,6	17,6[3]			127,1	17,5			145,1	16,7			169,8	17,3		
9	95,3	17,6[1]			114,3	16,4[3]			143,0	16,7			163,3	16,5			191,1	17,0		
10	[1]) a; [2]) a Pf.				127,0	15,2[1]			158,9	16,0			181,4	16,1			212,3	16,5		
11	Bemerkungen zu Nr. 49.				139,7	15,0			174,8	16,0			199,5	15,8			233,5	16,4		
12	[1]) a; [2]) a Pf; [3]) a D; [4]) von hier ab sind stets die Prellschläge abgefangen				152,4	14,6			190,7	15,7			217,7	15,7			254,8	16,2		
13					165,1	14,4			206,6	15,3			235,8	15,5			276,0	15,7		
14					177,8	14,1			222,5	15,2			254,0	15,2			297,2	15,6		
15					190,5	13,6			238,4	15,0			272,1	14,9			318,5	15,3		
16					203,2	13,2			254,2	14,8			[1]) a; [2]) a D; [3]) von hier ab alle P abgefangen				[1]) a; [2]) a D Pf; [3]) von hier ab alle P abgefangen			
17					215,9	13,1			270,1	14,6										
18					228,6	12,8			286,0	14,6										
19					241,3	12,7			302,0	14,4										
20					254,0	12,7			317,8	14,4										

mit veränderlichem h oder d unter Anwendung gleicher spezifischer Leistung für den Schlag eingeschlossen werden sollen. Uebrigens ist hier noch nachzuholen, daß in Figur 11 und 12 die stark punktirte Linie mit den eingezeichneten Kreisen die Anfangshöhe der Probekörper in mm darstellt, die ja wegen der gleichbleibenden Fallhöhe mit wachsender spezifischer Leistung für den Schlag abnehmen muß.

Tabelle 5 giebt eine Zusammenstellung von 2 Versuchsreihen, welche in ganz gleicher Weise, wie die in Tabelle 4 gegebenen, mit Probekörpern aus Kupfer ausgeführt worden sind. Die mit ungeraden Nummern bezeichneten Reihen sind mit Abfangen der Prellschläge, die mit geraden Nummern bezeichneten ohne Abfangen gemacht. Bei den Versuchen mit Abfangen sind die Reihen natürlich wesentlich länger. Die Ergebnisse der ersten Schläge sind durchweg mit einander gleichwerthig, weil das Abfangen der Prellschläge erst möglich wird, wenn sie eine genügende Höhe erreicht haben, um schnell einen fremden Körper zwischen Ambos und Bär schieben zu können. Beim Abfangen tritt sofort eine geringere Wirkung des Schlages ein, aber der Verlauf der Linien bleibt ein gesetzmäßiger. In Figur 12 ist in gleicher Weise,

Stangenkupfer bei gleichbleibender Schlagarbeit für den Schlag.

Unter den Bemerkungen bedeutet a, daß der Prellschlag abgefangen wurde.
$G = 56{,}25$ kg; $f = 1{,}0$ m; $A = 56{,}25$ mkg.

57		58		59		60		61		62		63		64		65		66	
12,40		12,45		10,00		10,00		5,00		5,00		2,88		3,00		1,90		2,00	
15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00		15,00	
2,19		2,20		1,77		1,77		0,884		0,884		0,51		0,53		0,34		0,35	
25,68		25,57		31,78		31,78		63,63		63,63		110,3		106,1		165,44		160,3	
Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
25,6	50,0	25,6	49,5	31,8	45,5	Wie bei Versuch Nr. 59.	45,5	63,6	32,0	63,6	30,0	110,3	35,0[1])	106,1	27,7	167,4	41,6[1])	160,3	42,5
51,2	32,6	51,5	31,4	63,6	29,5		27,3	127,1	27,2[1])			220,6	33,0[1])			334,8	40,5[1])	320,6	25,0
76,9	26,0[1])			95,3	23,3[1])			190,7	27,2[2])			330,9	32,3[1])			[1]) a			
02,5	21,5[2])			127,1	20,5[2])			254,2	26,6			[1]) a							
28,1	19,8			159,0	19,7			317,8	26,3										
53,7	19,2			190,7	18,9			[1]) a Pf; [2]) von hier ab alle P abgefangen											
79,3	18,3			222,5	18,7														
05,0	17,9			254,2	18,4														
30,6	17,7			286,0	18,3														
56,2	17,4			317,8	18,1														
[1]) a Pf D; [2]) von hier ab alle P abgefangen				[1]) a Pf D; [2]) von hier ab alle P abgefangen															

Fortsetzung zu Nr. 49.

Schlag Nr.	Σa	hn
21	266,7	12,6
22	279,4	12,4
23	292,1	12,3
24	304,8	12,3
25	317,5	12,2
26	330,2	12,2
27	342,9	12,2
28	355,6	12,0
29	368,3	12,0
30	381,0	11,8
31	393,7	11,8
32	406,4	11,7
33	419,1	11,6
34	431,8	11,6

wie in Figur 11, das Gesetz für die Höhenänderungen unter Benutzung der Reihen mit Abfangen dargestellt und mit demjenigen über die Formänderung der Normalkörper 15 unter verschiedener spezifischer Schlagleistung (Figur 10) verglichen. Auch hier ist der Vergleich eigentlich nicht ganz streng zulässig, weil das Gesetz Figur 10 sich auf Körper bezieht, welche ohne Abfangen der Prellschläge geprüft worden sind und weil auch die Probekörper beider Reihen nicht aus der gleichen Stange entnommen waren. Die Spur beider Oberflächen ist nicht so klar ausgeprägt, wie bei Figur 11, sie liegt etwa auf der Linie für a = 17 mkg/ccm für einen Schlag. Auch hier erkennt man, daß

die Abweichung von der Normalkörperform jedenfalls nur klein sein darf, wenn nicht das Ergebniß von Schlagversuchen mit diesen Körpern erheblich getrübt werden soll; die Beeinflussung durch Abweichung von der Normalform ist bei den ersten Schlägen nicht so stark wie bei den folgenden, denn, wie auch in Figur 11, schneiden sich in Figur 12 die gleich benannten Linien anfangs unter kleineren Winkeln als später.

Nach dieser Erfahrung ist es also bei Schlagstauchversuchen mit Normalprobekörpern geboten:

geringe Abweichungen von der Normalform, welche sich bei der Herstellung der Probekörper nicht vermeiden lassen, durch Veränderung der Fallhöhe des Bären so auszugleichen, daß die beabsichtigte Schlagarbeit für den Kubikcentimeter des Probekörpers genau erreicht wird.

Aus den Figuren 5 bis 7 und 10 läßt sich ferner ableiten, daß

es für die Ausführung von Schlagstauchversuchen mit Normalkörpern zweckmäßig ist, mit nicht zu kleinen spezifischen Schlagarbeiten vorzugehen, weil sich die kleinen Fehler in der Höheneinstellung des Bären bei schwachen Schlägen stärker bemerkbar machen.

4. Stauchversuche mit veränderlicher Körperform.

Aus einer Kupferstange von 35 mm Durchmesser wurde eine Reihe von Körpern entnommen, von denen der erste als Normalkörper 15,4 bearbeitet und mit einem Schlage des Bären I von 6,56 mkg/ccm gestaucht wurde; der zweite Körper wurde dann genau nach dem Muster der beim ersten Probekörper erzielten Form bearbeitet. Hierauf wurde der erste Körper einem gleich starken Schlage ausgesetzt und der dritte Körper aus der Kupferstange genau nach der beim zweiten Schlage erzielten Form bearbeitet und so fort. Mit den so hergestellten Probekörpern wurden nun die Stauchversuche mit stets gleichen Schlägen von 6,56 mkg/ccm Leistung ausgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 6 niedergelegt und in Figur 13 A dargestellt sind. Die fettgedruckten Zahlen in den einzelnen Versuchsreihen geben jedesmal die Höhe und den größten Durchmesser der Anfangsform des Probekörpers, welche der erzielten Form der gleichen Horizontalreihe in Versuchsreihe 67 entsprechen soll. Mit Ausnahme von Reihe 69 ist bei der Bearbeitung die Musterform genau erreicht. Die Schaulinie Gruppe A, Figur 13 läßt erkennen, daß in der ersten Versuchsreihe bei Weitem nicht die Gesetzmäßigkeit in den Höhenänderungen erreicht worden ist, wie sie sonst stets bei den Stauch-

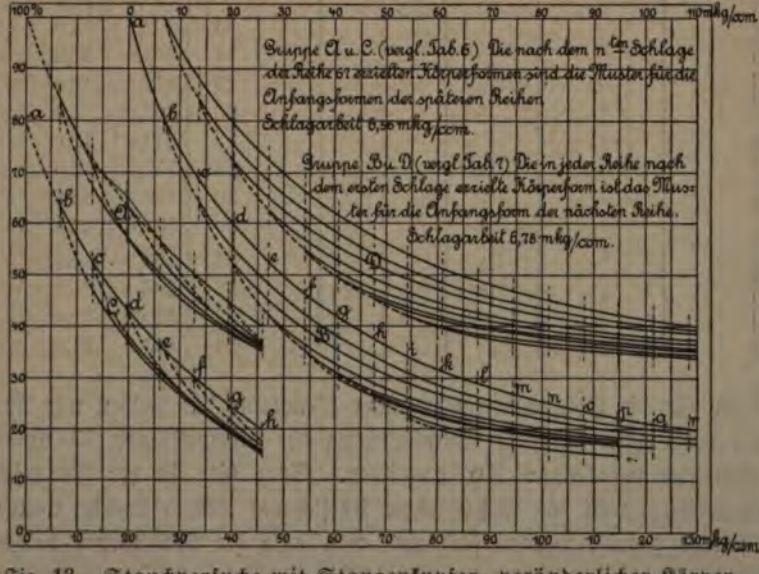


Fig. 13. Stauchversuche mit Stangenkupfer, veränderlicher Körperform und gleichbleibender spezifischer Schlagarbeit für den Schlag. Ausgangsform ist für Gruppe A Normalkörper 15,4; für Gruppe B Normalkörper 15,0.

Tabelle 6.

Stauchversuche mit Stangenkupfer, veränderlicher Körperform und gleichbleibender spezifischer Schlagarbeit für den Schlag.

Die nach dem n<u>ten</u> Schlage der Reihe 64 erreichten Körperformen sind die Muster für die Anfangsform der späteren Reihen; vergl. fettgedruckte Zahlen.

Bär I; G = 56,25 kg; f = 0,33 m; A = 18,56 mkg; J = 2,83 ccm; a = 6,56 mkg/ccm.

	67			68			69			70			71			72			73		
	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %	h mm	d mm	hn %
a	**15,4**	**15,3**	100																		
b	**12,6**	**17,3**	83,7	**12,6**	**17,3**																
c	**10,7**	**18,8**	(71,1)[1]	10,1	19,5	67,0	**10,6**	**18,9**	(70,3)												
d	**9,8**	**19,7**	(65,2)[2]	8,6	21,1	57,1	8,6	21,0	(57,1)	**9,8**	**19,7**										
e	**8,5**	**21,0**	56,5	7,5	22,6	49,8	7,4	22,6	(49,2)	8,0	21,9	(53,1)	**8,5**	**21,1**							
f	**7,5**	**22,5**	49,8	6,7	24,0	44,5	6,5	24,1	(43,2)	6,9	23,6	(45,8)[7]	7,0	23,4	46,5	**7,5**	**22,5**				
g	**6,7**	**23,7**	44,5	5,9	25,5	39,2[3]	5,8	25,5	(38,5)[6]	6,0	25,0	(39,8)	6,0	25,1	39,8	6,3	24,7	41,8	**6,7**	**23,7**	
h	**6,0**	**25,0**	39,8	5,4	26,7	35,8[4]	5,3	26,9	(35,2)	5,5	26,7	(36,6)[8]	5,4	26,6	35,8	5,5	26,5	36,6	5,5	26,0	36,6

[1]) Nach der Schaulinie Figur 13 ist [1]) zu niedrig und [2]) zu hoch; es sollte heißen: [1]) 72,6 und [2]) 63,1 %

[3]) schwacher Riß am Umfang

[4]) der Riß erweitert sich

Wenn die Werthe [1]) und [2]) nicht zuverlässig sind, fallen auch diese Reihen nicht in das allgemeine Gesetz der übrigen Reihen

[6]) feiner Querriß am Umfang

[7]) feine Quer- und Diagonalrisse

[8]) Längsriß an der Kante

versuchen gefunden wird. Es ist dies für die weitere Benutzung der Versuchsergebnisse allerdings ein sehr störender Umstand, indessen habe ich die ganze Versuchsreihe von der Veröffentlichung dennoch nicht ausschließen mögen, weil hierdurch das Gesammtbild durchbrochen worden wäre, und weil es möglich war, durch zeichnerischen Ausgleich der Schaulinien, wie es in der Liniengruppe C, Figur 13 geschehen ist, das Gesetz der Formänderungen für den vorliegenden Fall dennoch klar zum Ausdruck zu bringen. Der Grund für das auffällige Abweichen der beiden eingeklammerten Werthe in Reihe 67 war nicht mehr aufzufinden, und die Versuche konnten leider nicht mehr wiederholt werden, weil das Probematerial schon erschöpft war. Mit Rücksicht darauf, daß ebenso wie die Körper c und d die Reihe 67 aus dem allgemeinen Gesetz für die Formänderung des verwendeten Materiales herausfallen, sind natürlich auch die beiden Reihen 69 und 70 nicht streng dem Gesetz entsprechend und mit den übrigen Reihen vergleichbar; dies ist durch die Einklammerung der Zahlen angedeutet. Es leuchtet ein, daß die mit dem Körper Reihe 69 erzielten Höhen, wie das Muster, gegen das allgemeine Gesetz dieser Versuchsgruppe zu gering, die mit dem Körper der Reihe 70 erzielten Höhen dagegen zu hoch ausgefallen sind. Annähernd kann man diese Fehler durch entsprechende Verschiebung der Linienzüge nach oben oder nach unten ausgleichen, wie es in Gruppe C geschehen ist.

Alsdann ergiebt sich, daß die noch nicht gestauchten Körper gleicher Form während des Verlaufes des weiteren Versuches erheblich kleinere Höhen annehmen, als die entsprechenden bereits gestauchten Körper. Die Linien der verschiedenen Reihen nähern sich derjenigen von Reihe 68 und dürften schließlich bei Fortführung des Versuches in den Linienzug für Reihe 68 übergehen. Der schließlich erreichte Höhenunterschied gegen Reihe 67 kann dann in allen Fällen auf etwa 5 bis 6 % der ursprünglichen Höhe des Normalkörpers 15,4 geschätzt werden. Dieses Maß entspricht unzweifelhaft einer Veränderung des Materialwiderstandes und es würde von Interesse sein zu erfahren, ob durch Ausglühen des Körpers b von Versuchsreihe 67 ein ähnlicher Verlauf der Höhenänderung wie bei Reihe 68 erzielt worden wäre; Kick hat Versuche über das Ausglühen gedrückter Kupferkörper angestellt und in seinem „Gesetz der proportionalen Widerstände" (Tafel I Figur 5) veröffentlicht. Von weiterem Interesse würde es sein, zu erfahren, ob bei einem Material, welches beim Stauchen nicht hart wird, wie z. B. Blei, unter den gleichen Versuchsbedingungen ein ähnliches Verhalten sich zeigt, wie beim Kupfer.

Indem ich weitere Schlußfolgerungen bis zur Vermehrung der Erfahrungen an anderen Materialien unterlasse, will ich in Tabelle 7 und Figur 13, Liniengruppen B und D die Ergebnisse von ähnlichen mit Kupfer angestellten Versuchen mittheilen, welche in etwas veränderter Weise durchgeführt wurden. Bei diesen Versuchen ist jedesmal die nach dem ersten Schlage bei der voraufgehenden Reihe erhaltene Probenform zum Muster für den ersten Körper der folgenden Reihe gemacht worden. Die Abmessungen der Körper, welche als Muster dienten, sind fett gedruckt worden. Die Aufstellung der Schaulinien in Figur 13 B und D geschah unter den gleichen Verhältnissen, wie sie vorhin beschrieben sind. Die einzelnen Versuchsreihen verliefen ganz gesetzmäßig; nur schließen sich die Linien wegen einiger kleiner Fehler in den ursprünglichen Abmessungen der Probekörper nicht immer unmittelbar an einander an. Der Ausgleich dieser kleinen Fehler ist wiederum in Gruppe D gemacht, aus welcher der Unterschied gegen die voraufgehende Reihe ohne Weiteres erkannt wird.

Tabelle 7.

Stauchversuche mit Stangenkupfer, veränderlicher Körperform und gleichbleibender spezifischer Schlagarbeit für den Schlag.

Die in jeder Reihe nach dem ersten Schlage erreichte Körperform ist das Muster für die Anfangsform der nächsten Reihe, vergl. fettgedruckte Zahlen.
Bär I; G = 57,4 kg; f = 0,313 m; A = 17,97 mkg; J = 2,65 ccm; a = 6,78 mkg/ccm.

	74			75			76			77			78			79			80			81			82		
	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %	h mm	d mm	h %
a	**15,00**	**15,00**																									
b	**11,95**	**17,05**	79,8	11,95	17,10	79,8																					
c	10,20	18,55	68,0	**9,6**	**19,15**	64,0	9,6	19,2	64,0																		
d	8,9	19,95	59,4	8,2	20,8	54,7	**7,75**	**21,4**	51,7	7,7	21,4	51,4															
e	7,8	21,3	52,0	7,2	22,25	48,0	6,7	23,1	44,7	**6,3**	**23,8**	42,0	6,35	23,8	42,4												
f	6,95	22,6	46,4	6,35	23,7	42,3	5,9	24,65	39,3	5,45	25,6	36,4	**5,3**	**26,3**	35,3	5,35	26,35	35,6									
g	6,2	23,95	41,3	5,65	25,15	37,7	5,25	26,15	35,0	4,8	27,3	32,0	4,6	28,2	30,7	**4,5**	**28,8**	30,0	4,6	28,85	30,7						
h	5,6	25,25	37,3	5,1	26,5	34,0	4,75	27,55	31,7	4,3	28,7	28,7	4,1	29,85	27,3	4,0	30,7	26,7	**4,0**	**31,35**	26,7	3,9	31,4	26,0			
i	5,1	26,5	34,1	4,6	27,8	30,7	4,3	28,85	28,7	3,95	30,15	26,3	3,75	31,35	25,0	3,6	31,3	24,0	3,6	32,8	24,0	**3,4**	**33,75**	22,7	3,3	33,7	22,0
k	4,6	27,75	30,7	4,2	29,0	28,0	4,0	30,15	26,7	3,55	31,5	23,7	3,5	32,6	23,3	3,3	33,75	22,0	3,3	34,2	22,0	3,1	35,6	20,7	2,95	36,0	19,7
l	4,3	28,95	28,7	3,9	30,2	26,0	3,7	31,4	24,7	3,35	32,7	22,3	3,2	33,85	21,3	3,05	35,0	20,3	3,1	35,4	20,7	2,85	36,85	19,0	2,7	37,6	18,0
m	4,0	30,0	26,7	3,7	31,3	24,7	3,45	32,4	23,0	3,15	33,8	21,0	3,0	35,0	20,0	2,9	36,15	19,3	2,95	36,6	19,7	2,7	38,1	18,0	2,55	38,95	17,0
n	3,7	31,05	24,7	3,45	32,3	23,0	3,25	33,5	21,7	3,0	34,8	20,0	2,9	35,95	19,3	2,8	37,1	18,7	2,8	37,56	18,7	2,55	39,15	17,0	2,4	40,05	16,0
o	3,5	31,95	23,3	3,3	33,3	22,0	3,05	34,35	20,3	2,85	35,7	19,0	2,75	36,85	18,4	2,65	37,95	17,7	2,7	38,35	18,0	2,5		16,7	2,3	40,95	15,3
p	3,3	33,0	22,0	3,1	34,05	20,7	2,95	35,05 [1]	19,5				2,65	37,6	17,7	2,5	39,3	16,7	2,6	39,05	17,3				2,2	41,6	14,7
q	3,15	33,75	21,0	2,95	34,85	19,7	2,85	35,8	19,0	2,6	37,05	17,4				2,4		16,0									
r	3,0	34,5	20,0	2,9		19,3	2,75	36,55	18,3																		
s	2,9	35,15	19,3				2,7	37,1	18,0	2,5	38,2	16,7															
t	2,85		19,0				2,6	37,65	17,3																		
u							2,5	38,2	16,7	2,4	39,15	16,0															
v							2,45	38,4	16,3																		
w							2,4	38,9	16,0	2,3	39,85	15,4															
x							2,3		15,3																		
y										2,24	40,45	14,9															
z										2,2	48,5	14,7															

[1] unrund geworden

5. Ueber die Formänderung der Normalkörper bei Stauchversuchen.

Zur Feststellung des Antheils, welchen etwa die Reibung in den Schlagflächen auf die Formänderung der Körper nehmen möchte, sind folgende Versuche ausgeführt.

Tabelle 8.

Einfluß des Oelens der Schlagfläche.

Kupfer. Normalkörper 15.

Bär I; G = 56,25 kg; f = 2,0 m; A = 102,50 mkg; J = 2,65 ccm; a = 38,5 mkg/ccm.

Abmessungen (vgl. Fig. 2h)	hn %	a mm	b mm	a_1 mm	b_1 mm	a—b mm	a_1-b_1 mm	$a-a_1$ mm	$b-b_1$ mm
Versuch Nr. 83 Flächen ungeölt . .	34,5	25,2	20,8	25,2	17,6				
„ „ 84 desgl. . .	35,4	24,3	20,8	24,3	17,0				
Mittel	34,95	24,75	20,80	24,75	17,30	3,95	7,45	0,00	3,50
„ „ 85 Flächen geölt . . .	34,7	25,0	21,7	24,2	17,0				
„ „ 86 desgl. . . .	34,7	25,2	22,2	24,2	17,9				
Mittel	34,70	25,10	21,95	24,20	17,45	3,15	6,75	0,90	4,50
Unterschied zwischen den Mitteln	0,25	— 0,45	— 1,15	0,55	— 0,15	0,80	0,70	— 0,90	— 1,00

Die Verringerung der Reibung hat fast gar keinen Einfluß auf die Höhenänderung und nur einen geringen auf die Breite der Randzonen gehabt. Bei beiden geölten Körpern ist der obere Durchmesser a im Mittel um 0,5 mm größer, der untere a_1 um 0,6 mm kleiner, die Randzone oben im Mittel um etwa 0,4 mm breiter und unten um etwa 0,4 mm schmäler geworden (vergl. Figur 2h), als bei den beiden ungeölten Körpern. Am größten sind die Unterschiede zwischen den Durchmessern der beiden inneren Kreiszonen. Der Durchmesser der oberen Zone hat in Folge des Oelens um 1,2 mm zu-, der der unteren um 0,6 mm abgenommen. Obwohl also die radiale Beweglichkeit der Körpertheilchen an den Schlagflächen sich nicht unerheblich änderte, ist in den äußeren Formänderungserscheinungen kein wesentlicher Unterschied zu bemerken. Die Vertheilung der Bewegung auf die Masse während der Formänderung scheint nach Ausweis der Tabelle 8 beim Körper mit geölten Flächen eine wesentlich andere zu sein, als beim ungeölten. Es ist wohl werth, diese Verhältnisse durch Ausführung besonderer Versuchsreihen noch weiter zu studiren.

Die Reibungsverhältnisse zwischen den beim Schlag sich berührenden Körperflächen und auch die inneren Reibungswiderstände des gestauchten Körpers müssen in Bezug auf die Vertheilung der Schlagwirkung auf die Masse unzweifelhaft eine Rolle spielen, wenn auch, wie wir sahen, durch Aenderung des Reibungswiderstandes durch Oelen der Schlagflächen keine wesentliche Aenderung in der äußeren Form des gestauchten Körpers hervorgerufen wird. Die Uebertragung der Schlagwirkung vom Augenblick des Auftreffens auf die obere Fläche durch den Probekörper auf den Ambos und den Erdboden, sowie die Ausübung der Rückwirkung in Folge der Elastizität des Ambos, der Probe und des Bären selbst erfordert Zeit und kann nicht sprungweise geschehen.

Aus Tabelle 9 läßt sich übrigens leicht ein geringer Einfluß der Reibung auf die Höhenänderung der Probe ableiten. In den dort behandelten Versuchsreihen wurden einige Körper absichtlich eingefettet oder rauh gemacht, so daß in einem Falle die Reibung verringert

im andern Falle erhöht wurde. An den dort mitgetheilten Differenzenreihen kann man die hierdurch hervorgerufenen Beeinflussungen schärfer erkennen als an den Zahlen für die Höhenänderungen. Um die Verhältnisse ganz deutlich hervorzuheben, sei hier noch ein kleiner Auszug gegeben.

Tabelle 9.

Einfluß der Reibung in den Schlagflächen.

Auszug aus Tabelle 18.

Abweichungen von den Mittelwerthen Δhn der Reihen in % von h.

Probe	Schlag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
30	$100\,\Delta hn =$	50	57	−8	62	62	20	25	25	20	15	37	12	15	−15	20	−3	−33	−33	−38	−15	−53
19	$100\,\Delta hn =$	37	30	45	37	−20																
29	$100\,\Delta hn =$	−28	−135	—	—	—	Spezifische Schlagarbeit bei 30 a = 2,5, bei 19 a = 10,															
24	$100\,\Delta hn =$	−38	−10	−70	—	—	bei 29 a = 40, bei 24 und 10 a = 32,6 mkg/ccm.															
10	$100\,\Delta hn =$	62	40	120	—	—																

Der Probekörper Nr. 30 wurde vom 14. Schlage an gefettet und ertrug nun 24 Schläge ohne Prellschlag Pk, während die Schwesterstücke ungefettet nur 19 bis 21 Schläge aufnehmen konnten. Der Körper 19 wurde vom 5. Schlage an gefettet und bekam erst beim 10. Schlage einen Prellschlag Pk; bei ungefetteten Körpern waren nur 5 Schläge möglich. Körper 29 konnte 4 Schläge aufnehmen, die ungefetteten nur 2. Zur Einfettung wurde eine aus Talg und Vaselin bereitete starre Schmiere benutzt, um den Körper auf dem Ambos gewissermaßen fest zu kleben und so das Springen und Umkanten zu verhüten. Von den Probekörpern 24 und 10 war der erstere absichtlich an seinen Endflächen ganz glatt bearbeitet und mit Vaselin gefettet, während beim zweiten die Endflächen mit grobem Schmirgel rauh gemacht waren. Beide Körper wurden mit zwei anderen, wie gewöhnlich behandelten gemeinsam geprüft. Aus den Ergebnissen geht unzweifelhaft hervor, daß das Einfetten den praktischen Vortheil hatte, daß die Versuche wesentlich weiter durchgeführt werden konnten, als es ohnedem möglich war. Aber das Fetten hat einen unverkennbaren Einfluß auf das Ergebniß; das Aufrauhen der Endflächen hat den entgegengesetzten Einfluß. Solange der Körper nicht gefettet war, waren die Abweichungen vom Mittel in den beiden oberen Versuchsreihen positiv, sofort nach dem Fetten sind sie negativ, der mittlere Unterschied zwischen beiden Zuständen ist für Reihe 30 auf etwa $\Delta hn \,.\, 100 = 30 - (-26) = 56$, also auf etwa ein halbes Prozent der ursprünglichen Höhe zu schätzen, in Reihe 19 beträgt er 57; in Reihe 29 = 82, in Reihe 24 = 40 und in Reihe 10 = 74 gegenüber dem Mittel aus den Schwesterreihen. Die Werthe aus den letzten drei Reihen sind indessen nicht so überzeugend, wie die beiden ersten Reihen, in welchen der Vergleich in der Reihe selbst gemacht werden konnte. Bei der letzten ist es nicht ausgeschlossen, daß das Ergebniß auch noch durch andere äußere, aber unbekannt gebliebene Einflüsse getrübt ist.

Man wird annehmen dürfen, daß die Massentheilchen ihre zur Formänderung nothwendigen Bewegungen nicht gleichzeitig und in gleichen Geschwindigkeitsverhältnissen ausführen. Vielmehr wird es wahrscheinlicher sein, daß gewisse Fluthungen in den einzelnen Körperquerschnitten stattfinden, welche zeitlich auf einander folgende Maxima und Minima der Bewegungsgeschwindigkeiten in dem betrachteten Querschnitt erzeugen. Daß ähnliche Vorgänge stattfinden müssen, scheint auch dadurch bewiesen, daß auch dann, wenn beide Schlagflächen gleichmäßig glatt und mit Oel eingerieben sind, ebenso wie dann, wenn die Flächen ungeölt sind, der Durchmesser der inneren Kreiszone der geschlagenen Fläche oben

größer ist als unten und ferner dadurch, daß fast immer der obere äußere Durchmesser der Körper ein klein wenig größer ist als der untere. Genaue Aufzeichnungen hierüber sind bei den Versuchen, wegen der damit verbundenen großen Umstände, nicht gemacht worden, indessen hat die Beobachtung dieser Thatsache doch sehr bald dahin geführt, daß die Körper nach jedem Schlage so gewendet wurden, daß die vorher auf dem Ambos aufliegende Seite beim folgenden Schlage zu oberst lag. Der Beobachter hat nur diejenigen Fälle aufgezeichnet, bei denen die Ungleichheiten in den beiden Durchmessern besonders auffällig waren. Solche Fälle sind aber deswegen nicht immer beweiskräftig, weil nicht ausgeschlossen ist, daß eine Ungleichförmigkeit im Material Veranlassung zu ihrem Erscheinen gab; man fand bei Schienen- und Reifenstahl an Nomalkörpern 13, nach dem dritten und vierten Schlage Unterschiede von 1 bis 1,5 mm zwischen den beiden fraglichen Durchmessern; dabei zeigten die beiden unmittelbar neben diesen Stücken entnommenen Kontrollproben keinerlei auffällige Verschiedenheit der beiden Durchmesser, obwohl die Versuche einander unmittelbar folgten. Ein Hohlraum, eine poröse oder weichere Stelle, nahe der einen Endfläche und nahe der Mittelaxe des Probestückes gelegen, kann die beobachteten Unterschiede bedingen, ohne daß es zur Rißbildung kommt.

6. Die Dichtenänderung der Körper beim Stauchen.

Seite 12 wurde darauf verwiesen, daß zwischen den Höhen- und Durchmesseränderungen ein bestimmtes Gesetz bestehe und es für die praktischen Vergleiche der Ergebnisse genüge, allein die Höhenänderungen in Betracht zu ziehen und die Durchmesseränderungen außer Acht zu lassen. Kick hat durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen (a. o. O. S. 81 u. f.),

> daß Metalle, welche frei von Hohlräumen sind, eine wesentliche Verdichtung durch Formänderung oder selbst durch Pressen unter allseitigem hohen Druck nicht erfahren.

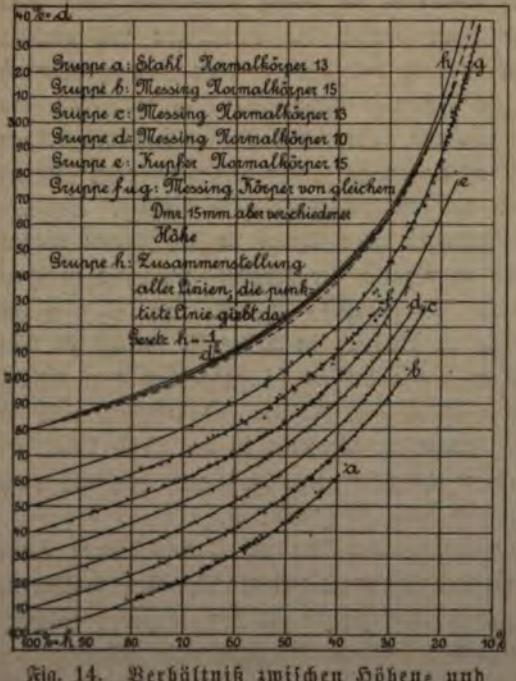


Fig. 14. Verhältniß zwischen Höhen- und Durchmesseränderung.

Solange die äußere Form der gestauchten Probestücke die Tonnenform ist und solange die Maßverhältnisse einigermaßen ähnlich bleiben, ist also von vorne herein einleuchtend, daß ein Normalkörper von dehnbarem Metall seine Höhe nahezu nach dem Gesetze $h = 1/d^2$ ändern wird. Um nachzuweisen, in welchem Maße dies praktisch zutrifft, sind die zusammengehörigen Werthe von h und d von zahlreichen Versuchen in Figur 14 eingetragen; die näheren Angaben findet man in der Zeichnung. Die gewonnenen Ausgleichslinien sind in Gruppe h übereinander gezeichnet und mit dem Gesetz $h = 1/d^2$ (punktirte Linie) verglichen. Der sich ergebende geringe Unterschied ist darauf zurückzuführen, daß die Rechnung mit dem

größten Durchmesser der Tonne ihren Inhalt größer als 1 erscheinen läßt. Selbst die Körperreihen (Tabelle 4 und 5), bei denen die Abmessungen wesentlich von dem Verhältniß d = h sich entfernen, zeigen keine erheblichen Abweichungen von dem für die Normalkörper verzeichneten Gesetz. Die durch den Versuch gefundenen Punkte weichen meistens nur sehr wenig von den Ausgleichslinien ab.

7. Bestimmung der elastischen Formänderungen bei Stauchversuchen.

Bei Gelegenheit von Stauchversuchen mit würfelförmigen Körpern von etwa 30 mm Kantenlänge aus Gußeisen hat der Volontär Herr Nicolson den Versuch gemacht, den Gesammtbetrag der elastischen Formänderung nach jedem Schlage festzustellen. Er hat zu dem Zwecke mit schwachen Fäden zwei Bleidrähte von etwa 3—4 mm Durchmesser an dem zu prüfenden Körper befestigt, so daß die Bleidrähte gleichzeitig mit dem Probekörper zusammen gestaucht wurden. Da das Blei fast gar keine elastische Rückwirkung zeigt, so giebt die Länge der Drähte nach dem Schlage an, bis zu welchem Maße Ambos- und Bärflächen sich einander näherten. Der Unterschied zwischen der Länge des Probekörpers und derjenigen der Bleidrähte giebt den Betrag, um welchen sich der Probekörper nach dem Schlage wieder ausdehnte. Nachdem die zuerst geprüften Körper (Tabelle 10 Nr. 110 bis 112) zumeist durch die eintretenden starken Prellschläge arg beschädigt und vielfach zersplittert wurden, befestigte Herr Nicolson den Versuchskörper an einem Faden und zog ihn vom Ambos fort, sobald der Bär sich infolge des Rückpralls abhob. Außerdem hat der Beobachter aber auch die Höhe festgestellt, bis zu welcher der Bär infolge der elastischen Rückwirkung nach dem Schlage wieder emporgeschleudert wurde. Diese Höhe entsprach also der Fallhöhe, aus welcher der erste Prellschlag erfolgt sein würde, wenn man ihn hätte zur Wirkung kommen lassen. Die sehr interessanten Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tabelle 10 bereits nach gewissen Gesichtspunkten geordnet enthalten. Sie sind mit Gußeisenwürfeln gewonnen, welche aus den Probestäben für Biegeversuche entnommen wurden, die das Königliche Hüttenamt zu Gleiwitz ausführte. Da auf eine besondere Besprechung dieser sehr umfangreichen und werthvollen Versuche an dieser Stelle nicht eingegangen werden kann, so sei hier auf die ausführliche Beschreibung verwiesen, welche der Urheber, Herr Oberbergrath Jüngst, in der „Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen" 1890 unter dem Titel „Schmelzversuche mit Ferrosilicium"*) gegeben hat. Es wird genügen, wenn hier erwähnt wird, daß die Probenzeichen in der zweiten Reihe des Kopfes von Tabelle 10 die Zugehörigkeit der einzelnen Würfel zu den verschiedenen in der genannten Veröffentlichung gleichgezeichneten Gattirungen kennzeichnen, so daß man also auch die Ergebnisse der Schlagversuche aus 1 und 2 m Fallhöhe leicht vergleichen kann. Es muß hier übrigens ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die in Tabelle 10 enthaltenen Versuchsergebnisse nicht dieselben sind, welche von Jüngst mitgetheilt wurden; die der Tabelle 10 entsprechenden Körper sind nur die Schwesterstücke. In Tabelle 10 sind noch einige Vergleiche gegeben und die wichtigsten Werthe der Festigkeitseigenschaften der einzelnen Gattirungen eingetragen.

Die Versuchsergebnisse aus Tabelle 10 sind zur Anfertigung des Schaubildes Figur 15 Tafel I benutzt worden. Die einzelnen je einem Versuche entsprechenden Linien-Gruppen sind unten am Fuß mit der Versuchsnummer und oben mit der Nummer der Gattirung bezeichnet.

*) Auch im Sonderabdruck erschienen; Verlag von Ernst & Korn, Berlin.

Tabelle 10.

Stauchversuche mit würfelförmigen Normalkörpern aus Gußeisen.

Bezeichnungen wie bei den voraufgehenden Tabellen; außerdem g = Gewicht des Probekörpers in gr.; a_1 = spezifische Schlagarbeit in mkg/gr; a = a_1 . 7,25 mkg/ccm.

Versuch =	87			88			89			90			91			92		
Zeichen =	27			15			12			13			28			14		
Bär =	I			I			I			I			I			I		
G =	56,61			56,61			56,61			56,61			56,61			56,61		
f =	2,006			2,006			2,006			2,006			2,006			2,006		
A =	113,6			113,6			113,6			113,6			113,6			113,6		
h =	30,2			30,2			30,3			30,3			30,2			30,3		
a =	31,6			30,5			30,8			30,6			30,7			30,1		
b =	30,3			30,6			30,8			30,7			30,4			30,6		
g =	200,7			193,7			194,0			197,0			194,2			193,5		
a_1 =	0,57			0,59			0,59			0,58			0,58			0,59		
Schlag Nr.	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e
1	250	95,7	1,2	370	97,8	1,7	390	97,8	1,7	320	98,3	0,9	230	97,7	1,5	380	97,5	1,6
2	250	92,7	1,5	425	95,2	1,2	420	96,1	1,6	400	96,5	1,5	300	94,5	1,5	410	95,3	1,0
3	140	86,9	1,2	430	93,6	1,1	430	94,9	2,0	410	94,8	1,5	290	91,2	1,3	440	93,8	1,1
4	Bruch bei 3			350	91,3	1,3	270	92,9	0,5	350	93,0	1,3	50	86,2	0,7	450	92,4	1,5
5				Risse bei 3 Bruch bei 4			Bruch bei 4			Bruch bei 4			Risse bei 2 Bruch bei 3 u. 4			350	90,7	1,6
																Risse bei 4 Bruch bei 5		

Versuch =	93			94			95			96			97			98		
Zeichen =	32			18			20			21			24			19		
Bär =	I			I			I			I			I			I		
G =	56,61			56,61			56,61			56,61			56,61			56,61		
f =	2,006			2,006			2,006			2,006			2,006			2,006		
A =	113,6			113,6			113,6			113,6			113,6			113,6		
h =	30,2			30,2			30,3			30,2			30,2			30,2		
a =	30,0			30,0			29,9			30,0			30,2			31,1		
b =	30,3			29,8			30,2			30,0			30,2			30,5		
g =	191,4			190,2			191,2			197,3			190,7			199,7		
a_1 =	0,59			0,59			0,59			0,58			0,59			0,57		
Schlag Nr.	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e
1	270	96,1	0,8	360	97,5	1,3	310	97,0	1,1	275	96,2	1,0	310	96,4	1,0	330	97,0	1,2
2	330	93,3	1,2	400	95,1	1,3	350	94,7	0,9	330	93,9	1,0	345	93,8	0,9	370	94,7	0,9
3	340	90,8	0,8	420	93,2	1,5	380	92,7	1,7	350	91,7	1,1	380	91,6	1,3	430	93,2	1,1
4	335	88,5	1,3	430	91,6	1,3	385	90,6	1,0	363	89,2	1,1	395	89,3	1,3	460	91,9	1,1
5	180	85,2	1,2	450	89,9	1,5	400	89,0	1,7	370	86,7	0,7	415	87,5	1,2	480	90,2	0,7
6	Risse bei 3			455	88,2	1,7	400	87,0	1,2	360	84,9	0,9	440	85,7	1,7	490	89,0	1,5
7	Bruch bei 5			400	86,3	2,0	310	85,2	1,2	300	82,7	1,2	425	83,7	1,0	510	87,6	1,4
8				Bruch bei 7			Risse am Rande bei 3			Kantenrisse bei 6			410	81,7	1,2	450	86,0	1,0
9										Bruch bei 7			Risse bei 7			300	84,0	1,1
10							Bruch bei 7						Bruch bei 8			Kantenrisse bei 7		

Sie bestehen meistens aus drei Linienzügen, von denen der obere, mit der Gattirungsnummer bezeichnete, die nach den Schlägen erreichte Höhe des Würfels in Prozenten der ursprünglichen Höhe (hn) darstellt (innerer Maßstab links, Figur 15); die darunter folgende Linie giebt die Aufwurfhöhe (f_1) des Bären nach dem Schlage in mm (Maßstab rechts), und die unterste

Versuch =	99			103			104			105			106		107		108		
Zeichen =	17			28			27			32			15		17		18		
Bär =	I			I			I			I			I		I		I		
G =	56,61			56,79			56,79			56,79			56,79		56,79		56,79		
f =	2,006			1,000			1,000			1,000			1,000		1,000		1,000		
A =	113,6			56,8			56,8			56,8			56,8		56,8		56,8		
h =	30,2			30,2			30,2			30,2			30,2		30,2		30,2		
a =	30,4			30,7			30,4			30,0			30,8		30,0		30,4		
b =	30,7			30,3			31,7			30,2			30,6		30,7		29,8		
g =	198,0			193,5			203,2			188,8			198,2		195,0		191,2		
a_1 =	0,58			0,29			0,28			0,30			0,29		0,29		0,30		
Schlag Nr.	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	f_1	hn	f_1	hn	e
1	320	97,2	0,8	210	98,8	1,5	210	98,9	1,7	210	98,8	1,3	310	99,0	225	98,9	285	99,0	—
2	380	94,8	0,9	250	97,2	1,8	260	97,2	1,9	250	97,7	1,8	370	98,1	290	97,8	325	98,1	—
3	420	93,0	1,4	255	96,0	2,2	280	96,1	2,0	285	96,1	2,0	430	97,6	330	96,2	375	97,2	—
4	450	91,2	1,2	265	94,9	2,2	300	95,3	2,3	300	95,2	1,7	450	97,1	360	96,0	413	96,6	—
5	460	89,7	1,1	250	93,5	2,0	295	94,1	1,0	310	94,1	1,7	465	96,8	400	95,5	430	96,0	—
6	480	88,0	1,5	180	91,9	2,0	300	93,5	2,2	325	93,5	1,7	480	96,5	400	94,8	432	95,6	—
7	490	86,5	0,5	Riß bei 4			310	92,7	2,3	325	92,8	1,7	485	96,2	415	94,2	455	95,1	—
8	440	85,1	1,1	Bruch bei 6			317	91,5	2,2	337	91,8	2,2	505	96,0	425	93,9	473	94,9	—
9	250	83,0	1,1				310	90,7	2,5	340	90,9	1,9	510	95,9	445	93,5	475	94,7	—
10	Riß bei 6						280	89,9	2,3	338	89,9	1,8	505	95,7	450	93,1	478	94,3	1,0
11	Bruch bei 9						200	88,1	2,3	315	89,1	2,0	520	95,5	460	92,7	480	93,9	1,2
12							Bruch bei 11			285	88,0	1,8	523	95,2	465	92,1	485	93,7	1,2
13										210	86,7	2,0	520	95,0	465	91,8	483	93,0	1,3
14													525	94,8	468	91,4	485	92,7	1,3
15													530	94,7	465	91,0	485	92,2	1,7
16													520	94,5	470	90,8	485	91,9	1,7
17													525	94,2	480	90,5	485	91,5	1,7
18													530	94,0	478	89,9	493	91,4	1,7
19													525	93,8	483	89,5	492	91,0	1,6
20													525	93,6	480	89,1	503	90,8	1,5
21													530	93,3	478	88,8	505	90,3	1,7
22													485	93,2	480	88,6	503	90,0	1,8
23													435	92,9	470	88,1	510	89,8	1,8
24													400	92,5	440	87,8	502	89,6	2,2
25													270	91,3	430	87,1	505	89,4	2,1
26															410	86,6	505	89,1	2,0
27													bei 21 Riß		400	86,1	495	88,9	1,6
28													bei 25 Bruch		385	85,9	500	88,2	1,5
29															330	84,9	503	87,9	1,4
30															bei 23 Risse		502	87,8	1,3
31															bei 24 Risse		490	87,5	1,3
32															bei 29 Bruch		485	87,1	1,2
33																	470	86,8	1,1
34																	425	86,4	1,3
35																	320	85,3	1,0

Versuch =	100			101			102		
Zeichen =	23			25			22		
Bär =	—			I			—		
G =	56,61			56,61			56,61		
f =	2,006			2,006			2,006		
A =	113,6			113,6			113,6		
h =	30,3			30,2			30,2		
a =	30,0			30,1			31,2		
b =	30,0			30,0			32,0		
g =	190,1			189,7			209,7		
a_1 =	0,59			0,60			0,54		
Schlag Nr.	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e
1	320	96,5	1,2	320	96,7	1,0	330	97,1	1,3
2	375	94,0	1,2	370	94,4	1,0	385	95,2	1,5
3	425	92,0	1,2	405	92,3	1,2	430	93,2	1,2
4	432	90,1	1,3	440	90,3	1,3	460	91,6	1,5
5	450	88,3	1,0	430	88,4	1,3	475	90,1	1,3
6	440	86,8	1,0	440	86,7	1,3	503	88,4	1,3
7	430	84,9	1,2	450	84,9	1,2	510	87,1	1,0
8	410	83,3	1,3	425	83,3	1,3	523	85,7	1,0
9	310	81,2	1,2	250	80,4	1,0	515	84,3	1,0
10							470	83,0	0,8
11							380	81,5	1,3

Bemerkungen zu Versuch:

Nr. 100. Risse bei 6 Bruch bei 9,
Nr. 101. Risse bei 7 Bruch bei 9,
Nr. 102. Bruch bei 11,
Nr. 105. Risse bei 10 Bruch bei 13

Riß bei 32 Bruch bei 36

Linie giebt den Unterschied zwischen den Höhen des Würfels und der Bleidrähte (e) nach jedem Schlage in Prozenten der ursprünglichen Würfelhöhe (äußerster Maßstab links).

Aus dem Schaubilde entnimmt man ohne Weiteres, daß die Höhenveränderungen bei den Gußeisenwürfeln nahezu für jeden Schlag gleich gewesen sind, denn die meisten der die

Versuch =	109			110			111			112			113	114	115	116	
Zeichen =	24			23			25			22			12	13	20	21	
Bär =	I			—			I			—			I	I	I	I	
G =	56,79			56,79			56,79			56,79			56,79	56,79	56,79	56,79	
f =	1,000			1,000			1,000			1,000			1,000	1,000	1,000	1,000	
A =	56,8			56,8			56,8			56,8			56,8	56,8	56,8	56,8	
h =	30,2			30,20			30,2			30,2			30,3	30,3	30,3	30,2	
a =	29,9			29,8			30,1			31,7			30,7	30,7	30,5	30,1	
b =	30,0			30,0			30,4			31,3			31,6	31,0	29,7	30,0	
g =	189,0			190,0			192,0			207,0			—	—	190,5	192,4	
a_1 =	0,30			0,30			0,30			0,27			—	—	0,30	0,30	
Schlag Nr.	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	f_1	hn	e	hn	hn	hn	f_1	hn
1	230	98,7	0,9	230	98,7	1,2	250	98,6	0,6	235	98,4	0,5	98,9	98,7	98,2	220	98,9
2	285	97,7	1,5	310	97,3	1,4	310	97,7	1,3	320	97,8	1,2	98,5	98,5	97,3	280	97,3
3	295	96,8	1,1	350	96,6	1,1	325	97,0	1,7	365	96,6	0,7	98,0	97,7	96,0	310	96,7
4	318	96,2	1,8	370	95,8	1,4	355	96,3	1,6	395	96,0	1,7	97,8	96,7	95,2	330	95,6
5	325	95,6	1,6	383	95,2	1,1	375	95,6	1,7	415	95,3	1,2	97,6	97,0	94,5	350	95,1
6	340	94,8	1,6	415	94,4	1,1	400	95,2	1,4	433	95,0	1,5	97,4	96,7	93,9	365	94,0
7	355	94,5	1,6	423	94,1	1,4	410	94,6	1,7	450	94,7	1,4	97,4	95,8	93,3	380	93,6
8	368	93,8	1,6	430	93,7	1,7	418	94,3	1,7	465	94,2	1,7	97,4	95,8	92,0	396	93,0
9	385	93,4	1,5	445	93,1	1,3	428	93,7	1,6	480	94,0	1,8	96,8	95,6	90,9	405	92,3
10	390	92,8	1,8	463	92,7	1,6	425	93,3	1,3	482	93,7	1,7	96,6	95,0	86,0	420	92,0
11	395	92,5	2,0	470	92,3	1,7	435	93,1	1,6	485	93,5	1,3	96,6			430	91,3
12	405	92,1	1,8	478	91,9	1,6	432	92,6	1,3	495	92,7	1,4	96,5			435	90,9
13	410	91,8	2,0	475	91,4	1,2	440	92,1	1,7	495	92,5	1,6	96,2			440	90,3
14	423	91,3	1,8	485	91,1	1,5	450	91,8	1,5	505	92,3	1,6	96,2			450	89,9
15	425	90,8	1,8	488	90,7	1,3	450	91,7	1,9	485	91,7	1,7				455	89,4*)
16	435	90,5	1,5	500	90,4	1,3	440	91,3	1,8	485	91,5	1,6					
17	425	90,1	1,7	505	90,2	1,1	455	91,0	1,7	490	91,2	1,5					
18	440	89,5	1,6	513	89,9	1,5	465	90,7	1,7	500	91,0	1,7					
19	440	89,2	1,7	510	89,6	1,3	470	90,4	1,7	515	90,6	1,9					
20	435	88,8	1,5	510	89,3	1,5	483	90,3	1,9	500	90,3	1,7					
21	440	88,3	1,3	508	89,1	1,7	470	90,1	1,7	510	90,2	1,6					
22	440	88,1	1,3	513	88,8	1,5	470	89,5	1,4	510	90,0	1,7					
23	425	87,6	1,5	510	88,3	1,3	482	89,3	1,6	523	89,8	1,3					
24	410	87,4	1,7	508	88,2	1,5	480	89,1	1,7	540	89,6	1,5					
25	430	87,0	1,7	520	87,7	1,7	485	88,7	1,7	525	89,3	1,3					
26	420	86,6	1,7	522	87,6	1,7	490	88,5	1,5	523	89,0	1,6					
27	420	86,1	—	510	87,2	1,4	490	88,3	1,7	525	88,8	1,4					
28	400	85,7	—	505	87,1	1,8	485	88,0	1,7	530	88,8	1,3					
29	395	85,2	—	500	86,7	1,7	485	87,7	1,7	515	88,3	1,5					
30	385	84,6	—	500	86,6	1,7	490	87,3	1,7	525	88,0	1,3					
31	300	83,8	—	500	86,4	1,7	485	87,3	1,6	540	87,8	1,2					
32	Riß bei 21			505	86,1	1,7	490	87,0	1,7	548	87,7	1,6					
33	Risse bei 31			490	85,3	1,3	460	87,0	2,0	530	87,4	1,3					
34				500	85,1	1,3	440	86,9	2,3	535	87,3	1,1					
35				485	85,1	1,3	440	86,7	2,7	535	87,2	1,3					
36				490	84,7	1,7	435	86,3	2,7	535	86,7	1,2					
37				460	84,4	1,7	370	85,8	2,8	540	86,4	0,8					
38				300	84,1*)	—	290	85,1	—	525	86,5	1,0					
39							1 . .	83,3	—	528	86,3	1,7					
40				*) Zu früh herausgezogen Pk			Riß bei 34			510	86,1	1,7					
41				Riß bei 23			Bruch bei 39			505	85,7	1,7					
42										500	85,4	1,7					
43										485	85,1	1,7					
44										460	84,7	1,4					
45										440	84,4	1,7					
46										400	83,5	1,7					
47										350	82,4	1,5					
										Bruch bei 47							

*) Zu früh herausgezogen Pk

Bemerkungen.

Nr. 113: 14 = Pk Bruch

Nr. 114: 4 = Ps Riß, 8 = Pk, 10 = Pk Bruch

Nr. 115: 1, 7 u. 9 = Pk u Absplitterung, 10 = Bruch

Versuch =	117	
Zeichen =	14	
Bär =	I	
G =	56,79	
f =	1,000	
A =	56,8	
h =	30,3	
a =	30,3	
b =	30,5	
g =	192,5	
a_1 =	0,30	
Schlag Nr.	f_1	hn
1	290	98,7
2	330	97,8
3	400	97,8
4	—	97,3
	Zersplittert Bei 3 u. 4 Pk	

Höhenänderung darstellenden Linien können ziemlich genau durch eine gerade Linie ausgeglichen werden. Freilich zeigt aber die meistens vorhandene ganz schwache Krümmung am Anfang der Linien, daß auch beim Gußeisen das aus den früher für Messing, Kupfer und Stahl mitgetheilten Schaulinien sich ergebende Gesetz gilt:

Die Wirkung der ersten Schläge ist größer als die der folgenden.

Dieses Gesetz tritt für das hier untersuchte Gußeisen aber erst bei den Schlägen von geringer Einheitsleistung, z. B. bei Versuch Nr. 103 bis 117, deutlicher hervor. Es beweist, daß auch diese Gußeisengattirungen infolge der Schläge widerstandsfähiger werden. Die meisten Schaubilder, namentlich die für die Versuche mit geringer Schlaghöhe geltenden, lassen erkennen, daß gegen Ende des Versuches die Linien wiederum rascher abfallen:

Der Gußeisenkörper erreicht bei wiederholten Schlägen aus gleicher Höhe eine größte Widerstandsfähigkeit. Bereits bei mehreren Schlägen vor Erreichen des Bruches nimmt die Widerstandsfähigkeit ab.

Aus den Schaulinien für die Fallhöhen des ersten Prellschlages (Reihen f_1 Tabelle 10) ersieht man, daß diese Linien regelmäßig bis zu einem Maximum ansteigen und dann in der Regel erheblich wieder abfallen; es ergiebt sich also das für diese Gußeisenwürfel geltende Gesetz:

Die elastische das Wiederaufschleudern des Bären nach dem Schlage bewirkende Kraft wächst mit der Zahl der Schläge bis zu einem größten Werthe und nimmt bis zum Bruche erheblich wieder ab.

Aus der Beobachtung der Fallhöhe der Prellschläge ergiebt sich also eine scharfe Bestätigung der vorher aus der Höhenänderung abgeleiteten Thatsache, daß bereits vor eintretendem Bruche eine Abnahme der Widerstandsfähigkeit eintritt. Dieser Punkt kann ganz besonders gut durch die Beobachtung der Prellhöhen erkannt werden, da er sich durch äußerliche Erscheinungen am Probekörper, z. B. durch Rißbildungen, nicht immer bemerkbar macht. Es ist jedoch anzunehmen, daß eine Lockerung des Zusammenhanges, also beginnender Bruch schon bei den Schlägen eintritt, bei welchen die größte Prellhöhe überschritten wird, aber der Gußeisenkörper kann trotzdem noch einer Zahl von Schlägen erheblichen Widerstand leisten, ehe er aufhört seine Schuldigkeit zu thun. Diese Eigenschaft kann unter Umständen praktisch werthvoll werden.

Aus den Unterschieden zwischen den Höhenmessungen am Gußeisenkörper und Bleidraht (Reihe e Tabelle 10) erkennt man leicht, daß diese Art der Messung immerhin nur eine rohe Annäherung liefern kann. Die Linien zeigen einen unregelmäßigen Verlauf, lassen aber nichtsdestoweniger erkennen, daß im Allgemeinen für den einzelnen Körper diese Unterschiede gleichbleibend sind. Es wird sich also rechtfertigen lassen, wenn man aus den gefundenen Zahlenwerthen für jeden Körper die Mittel bildet und zum Vergleich unter einander diese Mittel benutzt. Die erkannte Thatsache sagt aus:

Die elastischen Formänderungen, welche der Gußeisenkörper bei wiederholten gleichwerthigen Schlägen erfährt, sind bis zum Bruche nahezu gleichbleibend, aber verschieden für verschiedene Körper.

Vergleicht man nunmehr die beiden Hauptgruppen der Versuche unter einander, nämlich die Ergebnisse, welche bei 2 und 1 m Schlaghöhe gewonnen sind, so findet sich zunächst eine Bestätigung des Gesetzes:

> Wuchtige Schläge haben eine größere Wirkung als leichte Schläge von gleicher Gesammtarbeitsleistung.

Denn die Linien für die Höhenänderungen fallen bei der ersten Gruppe steiler ab als bei den letzten.

Schon ohne den speziellen Vergleich der zusammengehörigen Linien für die Körper aus gleicher Gattirung (sie sind in Tabelle 11 in die gleichen senkrechten Spalten gestellt) kann man aussagen:

> Die Aufwurfhöhe für den Bären nach dem Schlage ist bei den leichten Schlägen durchweg nur um ein Geringes größer als bei den schweren Schlägen.

Daraus ergiebt sich:

> Die elastische Formänderungsarbeit, welche der Körper (zum Theil auch Ambos- und Bärmaterial) zum Aufwerfen des Bären leistet, ist bei leichten und schweren Schlägen nahezu die gleiche.

Vergleicht man nun die vom Körper (einschließlich derjenigen des Ambos- und Bärkörpers) geleistete elastische Formänderungsarbeit $\Sigma A_1 = \Sigma f_1 G$ mit der vom Bären geleisteten Gesammtarbeit $\Sigma A = \Sigma f G$, so erhält man die in Tabelle 11 mitgetheilten Zahlen, welche (wie in Tabelle 10) nach wachsenden Unterschieden von $A - A_1$ geordnet sind. $A - A_1$ ist die für die bleibende Formänderung aufgewendete Arbeit, einschließlich der für Erwärmung der Probekörper oder sonstwie verloren gegangenen; ihre Werthe sind in Zeile 6 der Tabelle gegeben. Die Verhältnisse der elastischen Formänderungsarbeiten zu den Gesammtarbeiten des Bären bewegen sich in unregelmäßig aufsteigender Linie zwischen den Werthen $A_1/A = 0{,}107$ bis $0{,}227$ für die Fallhöhen von 2 m, und zwischen $0{,}235$ und $0{,}482$ für 1 m Fallhöhe (sie sind in die Tabelle nicht aufgenommen). Die mittleren Unterschiede $\Sigma e/n$ (Zeile 10) zwischen der Höhenänderung des Probekörpers und des Bleidrahtes bewegen sich ganz unregelmäßig zwischen den Werthen 1,0 und 1,51 % bei den Versuchen mit 2 m Fallhöhe, und zwischen den Werthen 1,46 bis 2,06 % bei 1 m Fallhöhe. Vergleicht man die mittleren Werthe von $\Sigma e/n$ für alle Gattirungen, welche bei Σ m und 1 m Fallhöhe geprüft sind, so erhält man für 2 m Fallhöhe $\Sigma e/n = 1{,}24$ und für 1 m Fallhöhe 1,69 % mittlere elastische Formänderung oder ein Verhältniß 1 : 1,36. Die Fallhöhen $f_{1/n}$ für den ersten Prellschlag bewegen sich bei den Versuchen mit 2 m Fallhöhe zwischen $0{,}213$ und $0{,}453$ m und bei 1 m Fallhöhe zwischen $0{,}235$ und $0{,}482$. Macht man denselben Vergleich wie vorhin, so erhält man als Mittel ein Verhältniß $0{,}358 : 0{,}396$ m oder 1 : 1,1.

An der Hand von Tabelle 11 läßt sich der Werth, den die Stauchversuche für die praktische Materialuntersuchung haben, sehr gut prüfen. Zu dem Zwecke ist die Tabelle nach wachsenden Unterschieden von $A - A_1$ geordnet und das Schaubild Figur 16 entworfen, aus welchem man ersieht, daß mit wachsendem $A - A_1$ die Druck-, Zerreiß- und Biegungsfestigkeit sowie auch die größte Pfeilhöhe beim Biegeversuch zunimmt. Am gesetzmäßigsten ist diese Zunahme bei der Biegungsfestigkeit. Es ist allerdings zunächst noch zweifelhaft, ob das Maß $A - A_1$ der beste Gütemaßstab für das Verhalten von Gußeisen beim Stauchversuch ist, und da die Entscheidung hierüber schwierig ist, soll sie hier auch noch nicht gesucht werden.

Tabelle 11. Stauchversuche mit Gußeisen, geordnet nach wachsendem $A - A_1$.

a) Bär I; $G = 56{,}61$ kg; $f = 2{,}006$ m; $A = 113{,}6$ mkg; Würfel $\sim 30^3$ mm; $g \sim 195$ gr; $a_1 \sim 0{,}58$ mkg/gr; $a = 7{,}25 \cdot 0{,}58 = 42$ mkg/ccm.

Nr. der Gattirung: (vergl. Jüngst, Schmelzversuche mit Ferrosilicium)	27	15	12	13	28	14	32	18	20	21	24	19	17	23	25	22
Versuch Nr.	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
1. Schlagzahl bis zum Bruch $n =$	3	4	4	4	4	5	5	7	7	7	8	9	9	9	9	11
2. Summe d. Prellhöhen $\Sigma f_1 = m$	0,64	1,58	1,51	1,48	0,87	2,03	1,46	2,92	2,54	2,05	3,12	3,82	3,69	3,59	3,53	4,98
3. Mittlere Prellhöhe $\Sigma f_1/n = m$	0,213	0,395	0,377	0,370	0,218	0,406	0,292	0,416	0,363	0,293	0,390	0,425	0,410	0,399	0,393	0,453
4. Gesammtarbeit des Bären $\Sigma A = mkg$	340	454	454	454	454	568	568	795	795	795	908	1022	1022	1022	1022	1249
5. Gesammtarbeit $\Sigma f_1 \times G = \Sigma A_1 = mkg$	36	89	85	84	49	115	83	165	144	116	176	216	208	203	201	282
6. Unterschied $\Delta A = A - A_1 = mkg$	304	365	369	370	405	453	485	630	651	679	732	806	814	819	821	967
7. Unterschied für den Schlag $\Delta A/n = mkg$	101	91	92	92	101	91	97	90	93	97	92	90	90	91	91	88,
8. Höhenänderung für d. Schlag $\Delta h n = \%$	4,4	2,2	1,8	1,8	3,4	1,9	3,0	2,0	2,1	2,5	2,3	1,8	1,9	2,1	2,2	1,7
9. Verhältniß $hn/\Delta A/n = \%/mkg$	0,044	0,024	0,020	0,020	0,034	0,021	0,031	0,022	0,023	0,026	0,025	0,020	0,021	0,023	0,024	0,019
10. Mittlerer Unterschied zwischen Körper und Blei $\Sigma e/n = \%$	1,30	1,33	1,45	1,30	1,25	1,36	1,06	1,51	1,26	1,00	1,20	1,11	1,07	1,18	1,18	1,20
Bis zum Eintritt von f_1 max werden die folgenden Werthe gefunden:																
1. Schlagzahl $n =$	2	3	3	3	2	4	3	6	6	5	7	7	7	6	7	8
2. Summe d. Prellhöhen $\Sigma f_1 = m$	0,50	1,23	1,24	1,13	0,53	1,68	0,94	2,52	2,23	1,69	2,71	3,07	3,00	2,46	2,86	3,62
3. Mittlere Prellhöhe $\Sigma f_1/n = m$	0,250	0,408	0,413	0,377	0,265	0,420	0,313	0,419	0,371	0,338	0,387	0,467	0,429	0,410	0,408	0,451
4. Gesammtarbeit des Bären $\Sigma A = mkg$	227	340	340	340	227	454	340	681	681	568	795	795	795	685	795	908
5. Gesammtarbeit $\Sigma f_2 \times G = \Sigma A_1 = mkg$	28	70	70	64	30	95	53	142	126	96	154	174	170	139	162	205
6. Unterschied $\Delta A = A - A_1 = mkg$	199	270	270	276	197	359	287	539	555	472	641	621	625	542	633	703
7. Unterschied für den Schlag $\Delta A/n = mkg$	100	90	90	92	99	90	96	90	92	94	92	89	89	90	90	88
8. Höhenänderung für d. Schlag $\Delta h n = \%$	4,2	2,1	1,7	1,7	2,8	1,9	3,1	2,0	2,2	2,7	2,3	1,8	1,9	2,2	2,2	1,8
9. Verhältniß $\Delta hn/\Delta A = \%/mkg$	0,042	0,023	0,019	0,018	0,028	0,021	0,032	0,022	0,024	0,029	0,025	0,020	0,021	0,024	0,024	0,020

b) Bär I; $G = 56{,}79$ kg; $f = 1{,}0$ m; $A = 56{,}79$ mkg; Würfel $\sim 30^3$ mm; $g \sim 195$ gr; $a_1 \sim 0{,}29$ mkg/gr; $a = 7{,}25 \cdot 0{,}29 = 21$ mkg/ccm.

Versuch Nr.	104	106			103		105	108			109		107	110	111	112
1. Schlagzahl bis zum Bruch $n =$	11	25			6		13	35			31		29	38	39	47
2. Summe d. Prellhöhen $\Sigma f_1 = m$	3,06	11,87			1,41		3,83	16,24			11,99		12,28	17,57	16,66	22,68
3. Mittlere Prellhöhe $\Sigma f_1/n = m$	0,278	0,474			0,235		0,295	0,465			0,386		0,458	0,461	0,427	0,482
4. Gesammtarbeit des Bären $\Sigma A = mkg$	625	1420			341		738	1988			1759		1647	2158	2215	2669
5. Gesammtarbeit $\Sigma f_1 \times G = \Sigma A_1 = mkg$	174	670			80		227	923			680		698	998	948	1285
6. Unterschied $\Delta A = A - A_1 = mkg$	451	750			261		511	1065			1079		949	1160	1267	1384
7. Unterschied für den Schlag $\Delta A/n = mkg$	41	30			44		39	30			35		33	31	32	29
8. Höhenänderung für d. Schlag $\Delta h/n = \%$	1,08	0,35			1,35		1,02	0,42			0,52		0,52	0,42	0,43	0,37
9. Verhältniß $\Delta h/\Delta A = \%/mkg$	0,026	0,012			0,031		0,026	0,014			0,015		0,016	0,014	0,013	0,013
10. Mittlerer Unterschied zwischen Körper und Blei $\Sigma e/n = \%$	2,06	—			1,91		1,81	1,51			1,60		—	1,46	1,72	1,47
Festigkeitseigenschaften der Gattirungen:																
a. Bruchfestigk. geg. Druck kg/qmm	73,8	97,6	107,0	99,9	77,8	98,3	85,2	109,9	109,1	93,3	106,6	108,8	108,0	115,1	107,5	105,9
b. do. gegen Zug kg/qmm	10,7	13,9	(11,7)	—	13,6	14,6	14,5	19,3	15,0	(17,3)	(16,4)	(14,2)	(19,5)	(20,4)	20,4	(18,1)
c. do. gegen Biegung kg/qmm	21,5	24,5	26,5	25,2	23,8	25,2	28,0	33,9	35,5	31,6	36,4	34,9	34,4	34,9	38,0	38,5
d. Biegungspfeil, größter mm	20,2	13,5	15,1	11,3	18,3	13,8	18,7	18,1	19,7	19,9	21,0	17,8	17,8	18,4	22,0	20,8

Um aber die Frage zu beleuchten, ob man unter gleichen Umständen besser fährt, das heißt ein glatteres Verhältniß zwischen den Festigkeitseigenschaften und den Arbeiten A — A_1 findet, wenn man nicht die zur Herbeiführung des Bruches aufgewendete Arbeit als Maßstab nimmt, sondern nur diejenige bis zur Erzielung der größten Widerstandsfähigkeit in Betracht zieht, habe ich in Tabelle 11 auch noch die hierzu dienenden Zahlen in der zweiten Gruppe unter a angeführt. Diese Zahlen sind benutzt, um die in Figur 16 punktirt gezeichneten Linien zu entwerfen. Der gewonnene Vortheil läßt sich nicht verkennen; es fragt sich aber, ob er groß genug sein wird, um fraglichen Falles zur Aufgabe des praktisch leichter zu handhabenden ersten Maßstabes zu veranlassen. Hierauf wird später zurück zu kommen sein.

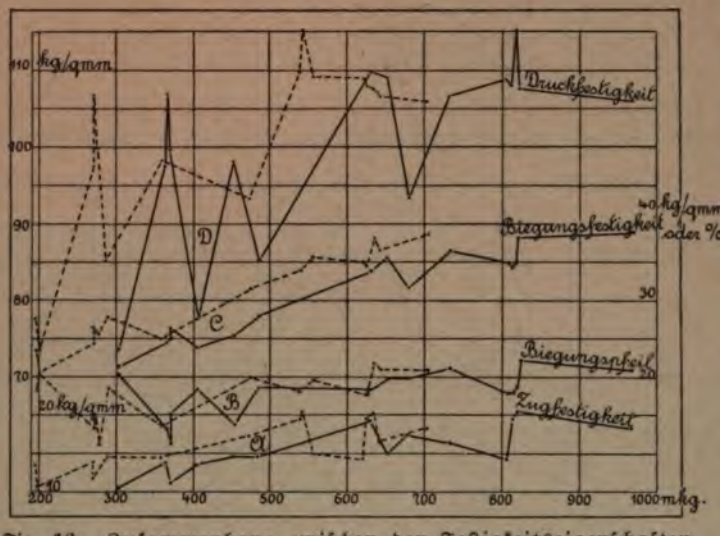


Fig. 16. Zusammenhang zwischen den Festigkeitseigenschaften von Gußeisen und den Ergebnissen von Stauchversuchen geordnet nach wachsendem A — A_1 (vergl. Tab. 11).

8. Stauchversuche bei hohen Wärmegraden mit Normalkörpern 30 aus Flußeisen.

Im Anschluß an die im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes und des Vereins deutscher Eisenhüttenleute ausgeführten Versuche über das Verhalten von Flußeisen beim Erhitzen*) wurden vom Volontär Herrn Gatzuk mit den für jene Versuche benutzten Materialien Stauchversuche im erhitzten Zustande ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 12 niedergelegt und in Figur 17 als Schaubilder dargestellt.

Ueber die Versuchsausführung ist hier kurz Folgendes zu berichten.

Die Körper wurden in einem Paraffinbade oder im Bleibade, dessen Wärmegrad möglichst gleichbleibend erhalten wurde, unmittelbar neben dem Fallwerk erwärmt, aus dem Bade mit einer vorher erwärmten Zange herausgenommen, nach schnellem Abputzen auf den Ambos gestellt und sofort der vorher bereits eingestellte Bär ausgelöst. Die Wärme in den Bädern wurde mit einem mit Stickstoff gefüllten Quecksilberthermometer beständig beobachtet und die Gasflammen hiernach geregelt. Das Bad konnte in der Regel ziemlich gut auf gleicher Wärme erhalten werden. Herr Gatzuk hat, um die Wärmeverluste während des Versuches angenähert festzustellen, einige calorimetrische Bestimmungen gemacht, welche wegen der benutzten Apparate und der hohen Erwärmung des Wassers zwar keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen können, aber immerhin einen Ueberblick gewähren. Er entnahm dem Metallbade, welches längere Zeit auf 415 C° erhalten war, mit der vorgewärmten Zange

*) „Mittheilungen“ 1890, S. 159 bis 214.

einen Körper, der schnell etwas abgeputzt und dann ins Wasser geworfen wurde. Die berechnete Wärme ergab sich zu 400 C° (gegen 415 C° am Thermometer). Dann wurde ein zweiter Körper aus demselben Material herausgenommen, geputzt, auf den Ambos gelegt und dort etwas länger belassen als gewöhnlich Zeit zur Ausführung des Versuches nöthig war. Der dann calorimetrisch festgestellte Wärmegrad wurde zu 368 C° errechnet. Der Unterschied zwischen dem sogleich gemessenen und dem nach der Versuchszeit gemessenen Körper beträgt somit etwa 32 C°.

Die Stauchversuche erstreckten sich auch auf die Feststellung des Einflusses der Größe der spezifischen Schlagarbeit, und in Tabelle 12 sind zum Vergleich mit den früher mitgetheilten ähnlichen Versuchen auch die hierbei gewonnenen Ergebnisse übertragen. Diese Versuchsreihen sind für den Entwurf des Schaubildes Figur 17 C benutzt, welches nach den früher entwickelten

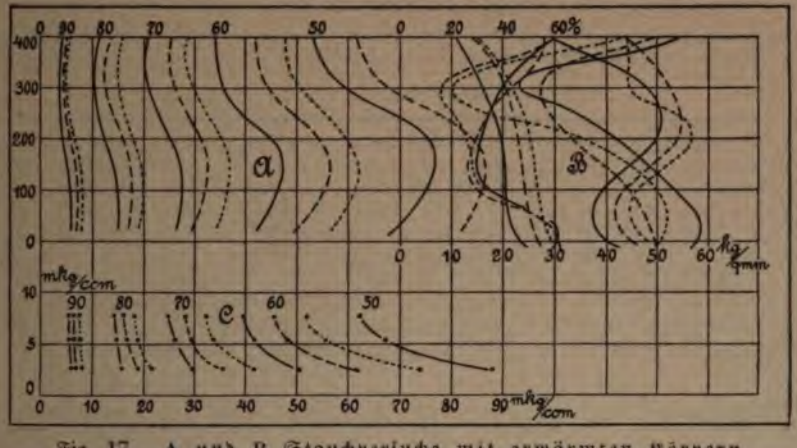


Fig. 17. A und B Stauchversuche mit erwärmten Körpern.
C Stauchversuche bei verschiedener Einheitsleistung.

(Figur 5 u. f.) Grundsätzen gezeichnet ist. Die drei Materialien zeigen durchaus ähnliches Verhalten und lassen, da sie wegen der Größe der Körper (Normal 30) nur mit geringen Einheitsleistungen beansprucht werden konnten, den Einfluß der Größe dieser Beanspruchungen deutlich erkennen. Wie bei den Festigkeitsversuchen, deren Ergebnisse in Tabelle 12 mitgetheilt sind, so zeigen auch die Stauchversuche deutlich die Stufenfolge I, II, III der Materialien; die Linien gleicher Körperhöhe liegen in dieser Reihenfolge neben einander und sind einander ziemlich gleichlaufend.

In Figur 17 A sind in ganz ähnlicher Weise die Ergebnisse aus den Versuchen bei verschiedenen Wärmegraden eingetragen. Die Abbildung zeigt die Linien gleicher Körperhöhe in ihrer Abhängigkeit von der Gesammtarbeit des Bären und dem Wärmegrade des Körpers. Außerdem ist rechts (Gruppe B) eine Darstellung der Festigkeitseigenschaften der drei Materialien aus den „Mittheilungen“ 1890 (S. 189, Figur 14 und 15) übertragen, um einen unmittelbaren Vergleich über den Gang der Eigenschaftsänderungen zu gewähren. Die drei Materialien sind bezeichnet: I durch ausgezogene, II durch strichpunktirte und III durch feinpunktirte Linien. Man sieht, daß die Linien auch hier untereinander einen ganz ähnlichen Verlauf haben und

daß bei einem Wärmegrade von etwa 150 C° alle drei Materialien am widerstandsfähigsten sind, für gleiche Form-

Tabelle

Stauchversuche bei hohen Wärmegraden

Bezeichnungen wie bei den

	Versuch Nr. 118 bis 129 mit Körpern aus Härtestufe I.												Versuch Nr. 130 bis 141					
Versuch	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
Wärme	20°						200°		300°		400°		20°					
Bär	I						I						I					
G =	56,26						56,26						56,26					
f =	1,0		2,0		3,0		2,0						1,0		2,0		3,0	
A =	56,3		112,5		168,8		112,5						56,3		112,5		168,8	
h =	30,2	30,2	30,3	30,1	30,0	30,1	30,0	30,2	30,2	29,7	30,2	30,1	30,3	30,0	30,2	30,0	30,0	30,0
d =	30,0	30,0	30,0	30,1	30,1	30,1	30,2	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	29,7	30,0	29,7	30,0	29,7	30,0
J =	21,3	21,3	21,4	21,4	21,3	21,4	21,5	21,5	21,5	21,1	21,5	21,4	21,0	21,2	20,9	21,2	20,8	21,2
a =	2,64	2,64	5,26	5,26	7,92	7,89	5,23	5,23	5,23	5,33	5,23	5,26	2,68	2,66	5,39	5,31	8,12	7,96
Schlag Nr.	Höhenänderungen hn in Procenten von h																	
1	95,4	95,1	91,1	91,4	87,3	87,4	88,7	88,5	87,4	87,6	88,1	88,0	95,8	96,0	91,8	92,0	89,0	88,7
2	91,7	90,8	84,5	87,5	78,7	78,4	82,0	81,5	80,5	80,2	80,8	80,8	92,0	92,3	85,5	86,0	80,7	80,3
3	88,1	87,4	79,2	79,1	71,7	71,4	77,0	76,2	74,9	74,8	74,9	75,1	89,2	89,3	80,6	81,0	74,0	73,7
4	85,4	84,5	74,6	74,1	65,7	65,4	72,7	72,2	70,2	70,1	70,0	70,1	86,4	86,7	75,9	76,3	68,3	68,3
5	82,8	81,5	70,4	70,1	60,7	60,2	69,3	68,9	66,3	66,0	65,6	65,8	84,2	84,3	72,0	72,7	63,3	63,3
6	80,8	79,5	66,7	66,2	56,3	56,1	66,7	66,3	63,0	62,6	62,0	62,1	82,0	82,0	68,6	69,3	59,3	59,3
7	77,5	77,8	63,4	62,8	52,7	52,3	63,7	63,6	59,7	59,6	58,7	58,8	80,0	80,0	65,6	66,0	55,7	55,7
8	76,8	75,5	60,4	59,8			61,0	60,9	57,0	56,9	55,6	55,8	78,2	78,3	63,0	63,3		
9	74,8	73,8	57,8	57,5			58,7	58,6	54,7	54,6	52,6	52,8	76,3	76,7	60,3	60,7		
10	73,2	72,0	55,1	55,2			56,7	56,6	52,3	52,3	50,3	50,3	74,7	75,0	58,0	58,7		
11	71,5	70,2											73,2	73,3				
12	69,9	68,9											72,1	72,0				
13	68,2	67,3											70,8	70,7				
14	66,9	65,9											69,8	69,3				
15	65,7	64,7											68,4	68,3				
16	64,3	63,3											67,4	67,3				
17	63,0	61,9											66,4	66,3				
18	61,9	60,9											65,0	65,3				
19	60,9	59,9											64,1	64,0				
20	59,9	59,3											63,1	63,0				
21														62,0				
22														61,3				
23														59,0				
24														57,0				

I. Festigkeitseigenschaften.

Wärmegrade	20	200	300	400
Streckgrenze . . kg/qmm	22,0	19,9	15,6	11,3
Bruchgrenze . . kg/qmm	38,4	50,3	47,4	34,1
Bruchdehnung . . . . %	30,4	15,8	20,0	35,0
Querschnittsverminderung %	58,6	41,5	22,9	57,5

II. Festigkeits-

Wärmegrade
Streckgrenze kg/qmm
Bruchgrenze kg/qmm
Bruchdehnung %
Querschnitts-verminderung %

änderungen also am meisten Schlagarbeit erfordern. Dieser Punkt größten Widerstandes fällt nicht mit dem Punkte größter Festigkeit zusammen, denn dieser wird übereinstimmend für alle drei Materialien erst bei mehr als 200 C° erreicht.

Für die beiden Flußeisensorten I und II fällt der Punkt des größten Stauchwiderstandes mit dem Punkte kleinster Dehnbarkeit nahe zusammen. Das Flußeisen III zeigt an dieser Stelle auch einen charakteristischen Punkt in seiner Dehnbarkeit; aber der kleinste Werth liegt bei diesem Material erst bei etwa 300 C°. Da die Linien des Stauchwiderstandes für das Material III aber an dieser Stelle gegenüber I und II keine wesentlichen Abweichungen zeigen, so muß bezweifelt

12.

mit Normalkörpern 30 aus Flußeisen.

vorangehenden Tabellen.

mit Körpern aus Härtestufe II.						Versuch Nr. 142 bis 153 mit Körpern aus Härtestufe III.											
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
200°		300°		400°		20°						200°		300°		400°	
I						I						I					
56,26						56,26						56,26					
2,0						1,0		2,0		3,0		2,0					
112,5						56,3		112,5		168,8		112,5					
30,0	30,0	30,1	30,0	30,2	30,0	30,0	30,1	30,1	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,9	30,0
29,7	30,0	29,7	30,0	29,8	30,0	30,0	30,0	30,0	30,3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
20,8	21,2	20,9	21,2	21,1	21,2	21,2	21,3	21,3	21,6	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,1	21,2
5,41	5,31	5,39	5,31	5,33	5,31	2,66	2,64	5,28	5,21	7,96	7,96	5,31	5,31	5,31	5,31	5,33	5,31
Höhenänderungen h_n in Procenten von h																	
89,7	92,3	89,5	89,3	89,5	89,7	96,3	95,8	92,5	92,3	90,0	89,7	91,7	91,0	90,7	90,3	90,7	90,6
83,7	86,0	82,5	82,7	83,0	83,3	93,0	92,8	87,1	86,7	82,3	82,0	86,0	85,0	84,0	84,3	84,7	84,6
79,0	81,0	77,4	77,7	78,0	78,3	90,0	89,8	82,8	82,3	76,3	75,7	81,7	81,0	80,0	79,7	79,7	80,0
75,3	77,3	73,2	73,7	73,0	73,5	88,0	87,8	78,8	78,0	71,3	70,7	78,0	77,3	75,7	75,7	75,3	75,6
72,0	73,7	69,5	70,0	69,0	69,7	85,7	85,8	75,2	74,3	66,7	66,0	75,0	74,3	72,3	72,3	71,7	72,0
69,3	70,7	66,5	66,7	65,6	66,3	83,7	83,8	71,8	71,3	62,7	62,3	72,0	71,3	69,3	69,3	68,3	68,6
66,7	68,3	63,2	63,7	62,7	63,3	82,0	82,1	69,2	68,3	59,0	59,0	69,7	69,0	66,3	66,7	65,0	65,6
64,3	65,7	60,8	61,3	60,0	60,3	80,3	80,5	66,2	66,0			67,0	66,3	63,7	64,0	62,7	62,8
62,0	63,3	58,2	58,7	57,4	58,0	79,0	78,9	63,8	63,3			65,0	64,3	61,7	61,7	60,3	60,6
59,7	61,3	55,9	55,8	54,4	55,7	77,3	77,2	61,5	61,3			62,7	62,3	59,3	59,7	58,3	58,6
						76,0	75,8										
						74,7	74,5										
						73,3	73,2										
						72,3	71,8										
						71,3	70,8										
						70,3	69,8										
						69,0	68,9										
						68,0	67,8										
						67,3	66,8										
						66,3	65,8										

eigenschaften.

20	200	300	400
26,0	22,9	(20,9)	14,3
43,7	54,8	52,0	43,2
28,9	14,8	22,6	29,5
48,7	33,2	27,6	50,6

III. Festigkeitseigenschaften.

Wärmegrade	20	200	300	400
Streckgrenze . . kg/qmm	28,6	25,5	21,3	15,7
Bruchgrenze . . kg/qmm	47,0	57,0	44,7	43,2
Bruchdehnung . . . . %	28,6	12,9	—	30,9
Querschnittsverminderung %	61,5	36,3	8,5	44,5

werden, daß die Dehnbarkeit des Materiales einen vorwiegenden Einfluß auf den Stauchwiderstand ausübt.

An der Erzeugung des Stauchwiderstandes werden schließlich wohl Festigkeit und Dehnbarkeit ziemlich gleichen Antheil nehmen.

9. Stauchversuche mit Hohlcylindern.

Die Gelegenheit, Stauchversuche an röhrenförmigen Körpern auszuführen, trat zum ersten Mal im Jahre 1886 an die Versuchsanstalt heran, als es galt, eiserne aus Rohren und Formeisen gebildete Spundwandtheile auf ihren Widerstand und Verbindungssicherheit gegen Stoß zu prüfen. Dieser Fall tritt aber schon aus dem Rahmen einer bloßen Materialprüfung heraus und ist als Prüfung eines Konstruktionstheiles aufzufassen; er sei deswegen nur erwähnt.

In neuerer Zeit sind aber Prüfungen auf Stoßwiderstand an röhrenförmigen Körpern in größerem Umfange und in einer solchen Weise durchgeführt, daß mehr der Zweck einer eigentlichen Materialprüfung in den Vordergrund trat. Da hierbei interessante Ergebnisse erzielt wurden, so sollen diese Versuche hier eine kurze Darstellung finden; sie beweisen, daß der Stauchversuch sehr gut brauchbar ist, um sich kurzer Hand ein Urtheil über die Güte des Materials zu verschaffen.

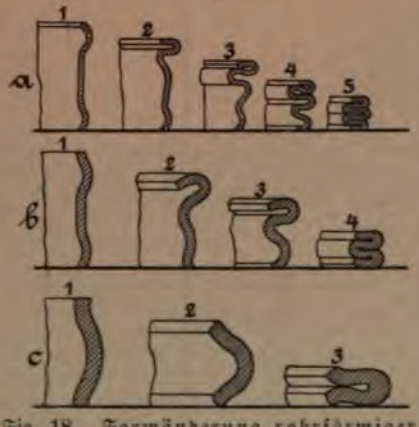


Fig. 18. Formänderung rohrförmiger Körper bei Stauchversuchen.

Zu den Versuchen wurden Rohrenden aus ziemlich hartem Stahl benutzt, welche senkrecht zur Rohraxe so abgeschnitten waren, daß ihre Höhe gleich dem äußeren Durchmesser war. Der Verlauf der Formänderungen ist für die verschiedenen Formverhältnisse ganz charakteristisch unterschieden; er trat in ganz gleicher Weise ein bei Stauchversuchen und bei Druckversuchen, so daß einer bestimmten Höhenänderung für gleiche Körper immer nahezu die gleiche Form entsprach. Trotz seiner verhältnißmäßig großen Festigkeit, welche zum Theil von geringer Dehnbarkeit begleitet war, vertrug das Material die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellten Formänderungen fast ganz anstandslos, indem nur wenige Proben bei den letzten Formen leichte Risse bekamen. In Figur 18 a—c sind die drei beobachteten charakteristischen Arten der Formänderung in ihren Stufen dargestellt und in Tabelle 13 die Stauchversuchsergebnisse mitgetheilt. Nach den Versuchsprotokollen wurden zunächst die Schaulinien Figur 19 entworfen. Man erkannte sofort, daß die Linien gruppenweise zusammenfielen und ordnete deswegen Tabelle 13 nicht nach der Reihenfolge, wie die Versuche ausgeführt wurden, sondern nach der Lage der Schaulinien in Figur 19. Werth und Bedeutung dieser Einordnung wird

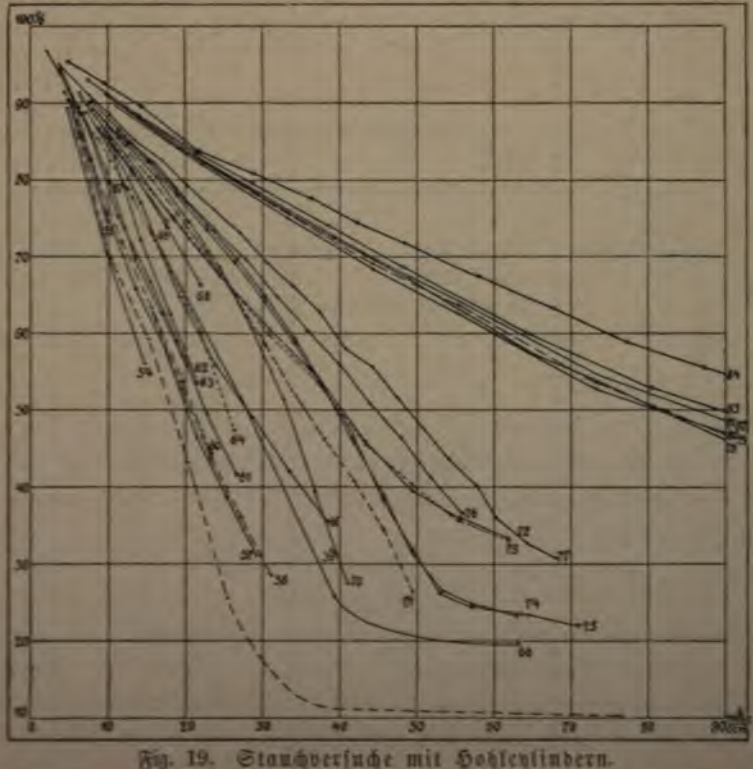


Fig. 19. Stauchversuche mit Hohlcylindern.
Vergl. Tab. 13 und 13a. Die einzelnen Linien sind mit den Versuchsnummern versehen, jedoch ist die 1 vor den Zahlen fortgelassen.

Tabelle 13. Stauchversuche mit röhrenförmigen Körpern; Stahl.

Zeichenbedeutung wie früher und außerdem: w = Wandstärke in mm; d/di das Verhältniß des äußeren Durchmessers zum inneren; h/w das Verhältniß der Probenhöhe zur Wandstärke; Formänderung = a, b oder c = Formänderung geht nach Fig. 18 a, b, c vor sich; σ_B = Zugfestigkeit in kg/qmm; δ_{100} = Dehnbarkeit auf je 100 mm an der Bruchstelle gemessen; q = Querschnittsverminderung.

Alle Versuche sind mit Bär III, G = 37,00 kg, nur Versuche 178 und 184 mit Bär I, G = 56,26 kg ausgeführt.

Versuch Nr.	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
Zeichen	14	7	7	5	13	6	5	6	3	2	23	19	3	24	a
f =	0,20	0,20	0,20 u. 2,0	0,10 u. 0,20	0,20	2,00	0,20	0,20	0,50	0,50	0,20	0,40	verschieden	0,20	0,20
A =	7,4	7,4	7,4 u. 7,4	3,7 u. 7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	18,5	18,5	7,4	14,8	desgl.	7,4	7,4
h =	25,2	25,7	25,0	25,8	26,1	26,0	26,1	26,5	31,9	31,5	18,8	25,5	27,2	15,7	19,1
d =	24,9	24,9	24,8	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	31,9	31,5	18,9	25,5	27,0	15,7	19,0
g =	11,7	11,7	11,3	15,0	15,0	15,0	15,0	15,2	42,0	40,0	13,0	24,0	24,3	9,0	13,1
J =	1,5	1,5	1,45	1,9	1,9	1,9	1,9	1,95	5,4	5,1	1,7	3,1	3,1	1,2	1,7
a =	4,93	4,93	5,10 u. 51,0	1,95 u. 3,90	3,90	39,0	3,90	3,80	3,42	3,63	4,35	4,77	verschieden	6,16	4,35

Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1	4,9	89,3	4,9	90,3	5,1	90,4	2,0	96,9	3,9	93,9	39,0	31,9	3,9	93,9	3,8	94,3	3,4	95,0	3,6	94,6	4,4	91,5	4,8	92,5	1,2	(92,6)	6,2	89,2	4,4	93,2
2	9,9	70,6	9,9	74,7	10,2	70,0	5,9	89,5	7,8	82,8			7,8	82,8	7,6	85,7	6,8	88,7	7,2	88,9	8,8	85,1	9,6	85,9	3,5	—	12,4	79,6	8,8	86,9
3	14,8	56,0			15,3	59,2	9,8	75,6	11,7	72,0			11,7	72,0	11,4	75,1	10,2	79,9	10,8	82,9	13,2	77,7	14,4	76,9	15,4	73,5			13,2	80,6
4					20,4	43,2	13,7	65,9	15,6	63,2			15,6	63,2	15,4	66,8	13,6	69,6	14,4	72,1	17,6	69,7	19,2	64,7	27,3	51,5			17,6	73,8
5					25,5	25,6	17,6	57,3	19,5	52,8			19,5	53,6	19,0	58,9	17,0	62,7	18,0	62,5	22,0	60,1	24,0	55,7	39,2	25,7			22,0	66,5
6					76,5	10,4	21,5	46,5	23,4	43,7			23,4	44,1	22,8	49,4	20,4	55,8	21,6	53,3	26,4	47,3	28,8	49,0	63,1	19,5				
7							25,4	38,7	27,3	36,0			der Körper		26,8	41,5	feine Längs-		schief		Riß		33,6	42,0			feiner		3 feine	
8							29,3	31,0	31,2	28,4			wird schief				risse		geworden				38,4	35,3			Längsspalt		Längsrisse	

Tabelle 13a.

Gruppe	I				II				III				IV		V		VI		VII					
Versuch Nr.	154 155	156	157–160	161	162 163	164	165	166	167	168 169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179–182	183	184
w =	0,80	0,75	0,95	1,00	1,80	1,65	1,60	1,45	1,75	1,65	1,70	2,70	1,85	1,85	3,30	3,40	3,00	2,85	4,65	3,85	4,80	4,80
d/di =	1,07	1,06	1,08	1,09	1,12	1,21	1,14	1,12	1,29	1,21	1,21	1,20	1,48	1,50	1,26	1,27	1,34	1,32	1,87	1,86	1,92	1,92
h/w =	31,0	33,0	27,0	26,0	18,0	11,0	16,0	19,0	9,0	11,0	11,0	12,0	6,0	6,0	10,0	9,0	7,9	8,3	4,3	4,3	4,2	4,2
Formänderung	a	a	a	a	—	—	b	b	—	c	c	c	c	c	c	c	c	c	—	—	—	—
σ_B =	47,8	47,8	47,8	47,8	45,9	40,4	40,4	56,8	40,4	R.(49,2)	45,9	50,3	45,9	45,9	60,3	60,3	50,3					
δ_{100} =	4,3	4,3	4,3	4,3	22,9	19,3	19,3	1,9	19,3	R.(16,6)	22,9	14,5	22,9	22,9	4,0	4,0	14,5					
q =	32,4	32,4	32,4	32,4	45,5	55,9	55,9	29,9	55,9	—	45,5	62,8	45,5	45,5	42,1	42,1	62,8					

	169 b Kopf wie bei Nr. 168	
Schlag Nr.	Σa	hn
1	4,4	92,7
2	8,8	86,5
3	13,2	80,7
4	17,6	74,5
	Spuren von Längsrissen	

Tabelle 13. (Fortsetzung.)

Versuch Nr.	170		171		172		173		174		175		176		177		178		179		180		181		182		183		184	
Zeichen	7		11		10		10		20		20		15		6		2 i		1 m		1 k		1 l		1 l		2 l		2 k	
r =	0,20		0,80		0,10		0,10		1,00 u. 0,66		0,66		0,50		0,40		1,20 u. 2,00		0,75 u. 1,25		0,75 u. 1,25		0,75 u. 1,25		0,75 u. 1,25		verschieden		verschieden	
A =	7,4		29,6		3,7		3,7		37,0 u. 37,1		37,1		18,5		14,8		44,4 u. 74,0		27,8 u. 46,5		27,8 u. 46,5		27,8 u. 46,5		27,8 u. 46,5		bezgl.		bezgl.	
h =	19,3		31,6		11,1		11,2		32,1		32,4		23,6		23,4		20,0		16,7		16,8		16,5		16,7		20,0		19,9	
d =	19,2		31,6		11,1		11,2		32,2		31,9		23,7		23,6		20,0		16,7		16,7		16,7		16,7		20,0		20,0	
g =	14,0		61,0		4,5		4,5		75,5		75,5		36,0		34,0		35,0		20,0		20,0		20,0		20,0		36,0		36,0	
J =	1,8		7,8		0,6		0,6		9,7		9,7		4,6		4,4		4,5		2,6		2,6		2,6		2,6		4,6		4,6	
n =	4,11		3,80		6,18		6,18		3,82		3,82		4,02		3,36		9,84 u. 16,4		11,1 u. 17,9		11,1 u. 17,9		11,1 u. 17,9		11,1 u. 17,9		verschieden		verschieden	
Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1	4,1	93,8	3,8	94,9	6,2	91,0	6,2	91,2	3,8	95,0	3,8	94,7	4,0	94,5	3,4	94,9	9,8	91,0	11,1	89,8		89,9		90,3		90,4	7,2	93,0	4,8	95,5
2	8,2	89,1	7,6	90,2	12,4	82,9	12,4	82,1	7,6	91,0	7,6	90,4	8,0	90,3	6,8	91,5	19,6	84,0	22,2	82,0		82,1		82,4		82,6	14,4	88,0	9,6	92,5
3	12,3	84,5	11,4	85,4	18,6	74,8	18,6	75,0	11,4	86,6	11,4	86,1	12,0	85,6	10,2	88,5	29,4	78,0	33,3	74,9		75,6		75,8		75,4	21,6	83,5	14,4	89,4
4	16,4	80,3	15,2	80,4	24,8	67,6	24,8	67,9	15,2	82,6	15,2	82,4	16,0	82,2	13,6	85,0	39,2	72,5	44,4	68,2		69,0		69,7		69,5	28,8	79,5	21,7	83,4
5	20,5	74,6	19,0	75,6	31,0	60,4	31,0	59,8	19,0	78,5	19,0	77,8	20,0	77,5	17,0	82,5	49,0	67,0	55,5	62,3		63,7		64,2		63,5	38,5	74,0	29,0	80,9
6	24,6	68,4	22,8	70,6	37,2	54,1	37,2	53,6	22,8	74,1	22,8	73,5	24,0	73,3	20,4	79,1	65,4	57,0	73,4	52,7		53,5		54,5		54,5	48,2	68,5	36,3	77,4
7	28,7	60,6	26,6	64,9	43,4	45,9	43,4	46,4	26,6	69,8	26,6	69,1	28,0	69,5	23,8	76,1	81,8	50,0	91,3	46,7		46,4		48,5		47,9	64,3	60,0	42,3	74,4
8	32,8	51,3	30,4	58,5	49,6	39,6	49,6	40,2	30,4	64,8	30,4	64,2	32,0	64,8	27,2	73,1	98,2	45,0	109,2	41,9		41,7		43,6		44,3	80,4	53,0	48,3	71,8
9	36,9	39,4	34,2	51,9	55,8	36,0	55,8	35,7	34,2	59,2	34,2	58,6	36,0	60,2	30,6	69,2	114,6	41,0	127,1	38,3		37,0		40,0		40,1	96,5	47,5	58,0	67,3
10	41,0	27,5	38,0	46,2	62,0	33,3	62,0	33,0	38,0	53,0	38,0	53,1	40,0	55,9	34,0	66,2	Riß		145,0	35,9		35,1		37,5		38,3	112,6	44,0	67,7	63,3
11	feine Längs- und Querrisse		41,8	40,8					41,8	45,8	41,8	46,3	44,0	50,8	37,4	62,8			162,9	34,1			162,9	35,2			128,7	41,0	77,4	58,8
12			45,6	34,5					45,6	38,6	45,6	38,2	48,0	46,2	40,8	58,0													87,1	55,3
13			49,4	26,3					49,4	31,2	49,4	31,8	52,0	41,1	44,2	55,6													96,8	52,2
14									53,2	26,5	53,2	26,2	56,0	36,4	47,6	51,7													112,6	47,2
15									57,0	24,9	57,0	25,0	feine Längsrisse		51,0	47,4														
16									64,8	23,0	64,6	23,4			54,4	43,6														
17									Schlag 1 mit Bär III		72,2	22,5			57,8	*40,2														
18															61,2	35,9														
19															64,6	32,5														
20															68,0	30,8	* bei Schlag 17 Spuren von freien Rissen													

man sofort erkennen, wenn man Tabelle 13a (Seite 41) vergleicht, deren zweite, dritte und vierte Zeile die Gesetzmäßigkeit außerordentlich klar hervortreten lassen. Die in gleiche Gruppe (I bis VII) fallenden Körper haben nahezu geometrisch ähnliche Abmessungen und es scheint sich ungesucht die Bestätigung der besonderen Form des Gesetzes der proportionalen Widerstände zu ergeben:

> Geometrisch ähnliche Körper gleichen Materiales erfahren durch die gleiche Summe gleicher spezifischer Schlagarbeiten für den Schlag geometrisch ähnliche Formänderungen (Figur 18 a—c) und gleiche prozentuale Höhenänderungen.

Die geringen Abweichungen, welche innerhalb der Gruppen und zum Theil auch von einer nahe verwandten Gruppe zur andern stattfinden, lassen sich daraus erklären, daß die Materialien nur zum Theil aus den gleichen Rohrstücken stammen und zum Theil wesentlich verschieden in den Festigkeitseigenschaften sind. Auch sind die Schlagarbeiten für die einzelnen Schläge und Stücke oft erheblich von einander verschieden gewesen. Die Proben aus den gleichen Rohren, z. B. 172 und 173; 174 und 175; sowie 179 bis 182, welche jeweils gleich behandelt sind, zeigen auch ganz gut zusammenfallende Schaulinien. Die übrigen Stücke aus gleichen Rohren, z. B. 157 und 160; 159 und 161; 178, 183 und 184, welche verschieden behandelt wurden, weichen auch in ihren Höhenänderungen von einander ab. Um den Einfluß verschieden starker Einheitswirkungen nachzuweisen, reichen die Versuchsreihen nicht aus; hierzu werden besondere Reihen gelegentlich noch ausgeführt werden; ebenso ist es wünschenswerth, die Versuche noch auf andere Materialien auszudehnen, wozu sich ebenfalls Gelegenheit finden wird. Nach dem allgemeinen Verlauf kann man die Schaulinien in sieben Gruppen eintheilen, wie es in Tabelle 13 und 13a geschehen ist. Diese Gruppen unterscheiden sich auch in Tabelle 13a ganz scharf durch die Verhältnißzahlen d/di, welche mit Ausnahme von 164 in Gruppe II recht gute Uebereinstimmung zeigen, und die Verhältnißzahlen h/w. Die letzteren scheinen die Art der Formänderung nach Verlauf von Figur 18 a, b oder c zu bedingen.

Betrachtet man noch den allgemeinen Verlauf und die Art der Krümmung der Liniengruppen in Figur 19, so ist zu bemerken, daß die Höhenänderung bei fast allen Versuchen nahezu proportional der aufgewendeten Schlagarbeit verläuft. Die Linien sind alle nur wenig gekrümmt; erst wenn die Körper ganz bis zum Zusammenliegen der Falten gebracht sind, tritt die starke Krümmung auf. Während die Linien im Allgemeinen ihre gekrümmte Seite nach oben kehren, kehren die Gruppen IV (172 und 173) und VII die gekrümmte Seite nach unten, haben also einen ähnlichen Verlauf, wie er früher für Stauchversuche mit Vollcylindern gefunden wurde. In diesen beiden Gruppen ist aber das Verhältniß $h/w = 6$ beziehentlich 4,2, d. h. die Wandstärke ist verhältnißmäßig groß.

(Schluß folgt.)

2. Ueber die Schätzung des Holzschliffs im Papier.

Vom Abtheilungs-Vorsteher W. Herzberg.

Bekanntlich fehlt es zur Zeit immer noch an Verfahren, den Holzschliff eines Papiers in wägbarer Form abzuscheiden und so seine genaue quantitative Feststellung zu ermöglichen; ob dies jemals gelingen wird, erscheint zweifelhaft und dürfte auch im allgemeinen nicht von großer Bedeutung sein. Wenn für eine Papiersorte überhaupt Holzschliff zugelassen ist, wird es sicher in den meisten Fällen ohne ernste Bedeutung sein, ob 5 % mehr oder weniger vorhanden sind. Nur in Streitfällen wäre ein genaues Bestimmungsverfahren von Werth.

Die bis jetzt zur Bestimmung der Holzschliffmenge eines Papiers gemachten Vorschläge sind zweierlei Art; einmal soll der Gehalt auf colorimetrischem Wege und im zweiten Falle durch ein analytisches Verfahren ermittelt werden. Die bekanntesten Methoden beider Arten mögen im nachfolgenden kurz zusammengestellt werden.

Gädicke*) stellt sich durch Vermischen von Holzschliff und schwedischem Filtrirpapier in verschiedenen Verhältnissen Papiere von 10, 20, 30, 40, 50 ꝛc. % Holzschliffgehalt her, die er durch schwefelsaures Anilin gelb färbt. Die verschiedenen Farbtöne, welche je einen Holzschliffgehalt darstellen, werden als Deckfarbe aus geeigneten Farbstoffen gemischt und auf Papier aufgetragen; auf diese Weise entsteht eine Tabelle, aus welcher man die Menge des im Papier enthaltenen Holzschliffs annähernd herauslesen kann, sobald man es mit Anilinsulfat gefärbt hat; vorausgesetzt wird hierbei natürlich, daß stets mit Lösungen von gleicher Konzentration gearbeitet wird.

Dr. L. Gottstein**) schlägt vor, bei Papieren von bekanntem Holzschliffgehalt die Anzahl der auf eine bestimmte Fläche kommenden Fäserchen, nachdem dieselben durch eine salzsaure alkoholische Phloroglucinlösung leicht erkennbar gemacht sind, auszuzählen; auf diese Weise würde man ebenfalls zu einer Tabelle kommen, welche man bei Gehaltsbestimmungen zu Grunde legen kann.

Dr. Wurster***) verwendet ein Reagenspapier, das durch Präpariren von Filtrirpapier mit Dimethylparaphenylendiamin hergestellt ist, und der Kürze wegen mit Dipapier†) bezeichnet wird. Dieses Dipapier wird mit 1—2 Tropfen Wasser oder Essig befeuchtet und, in der Mitte zusammengelegt, zwischen das zu prüfende Papier gebracht. Enthält dieses Holzschliff, so tritt Rothfärbung des zu untersuchenden Papiers ein, und an dem Grad der Färbung nach dem Trocknen kann der Gehalt an geschliffenem Holz angeblich bis auf 5—10 % genau bestimmt werden. Dem Dipapier wird nämlich eine Farbenskala beigegeben, auf welche zehn verschiedene rothe Farbtöne aufgetragen sind, deren jeder einem bestimmten Holzschliffgehalt entspricht. Hat man also das holzschliffhaltige Papier mit Hülfe des Dipapiers gefärbt, so sucht man auf der Skala den Farbton aus, welcher der erhaltenen Färbung am meisten entspricht. Die Zahl, welche sich auf der Skala befindet, gestattet die Bestimmung des Prozentgehaltes an Holzschliff mit Hülfe der Gebrauchsanweisung, welche dem Papier beigegeben ist.

*) Sitzungen der Polytechnischen Gesellschaft zu Berlin 1882.

**) „Papier-Zeitung" 1885, Nr. 12, S. 432.

***) „Papier-Zeitung" 1887, Nr. 14 und ff.

†) Das Dipapier ist mit der zugehörigen Farbenskala aus der chemischen Fabrik von Dr. Schuchardt in Görlitz zu beziehen.

Teclu*) behandelt den Holzschliff mit einer Mischung von 60 % englischer Schwefelsäure und 40 % Wasser; es soll sich dann stets ein Rückstand von 24,5 % ergeben.

Dr. A. Müller**) will die Löslichkeit der Cellulose in Kupferoxyd-Ammoniak benutzen; bekanntlich ist die Cellulose des Holzschliffs umkleidet von einer großen Anzahl organischer Verbindungen, welche der reineren Cellulose (Leinen, Baumwolle ꝛc.) fehlen, oder sie doch nur in ganz geringen Mengen begleiten. Während nun diese reineren Cellulosearten von Kupferoxyd-Ammoniak nach voraufgegangener Quellung ziemlich schnell gelöst werden, wird die Cellulose des Holzschliffs zu gleicher Zeit, besonders unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln, verhältnißmäßig wenig angegriffen und der Holzschliff soll zum weitaus größten Theil als ungelöster Rückstand zurückbleiben, als welcher er dann bestimmt werden kann. Das zu prüfende Papier wird nach Tränkung mit Kochsalzlösung mit einer Kupferoxyd-Ammoniaklösung von bestimmtem Gehalt zehn Minuten lang behandelt und der Gewichtsverlust des Papiers bestimmt.***)

Die Genauigkeit dieser Methode giebt Müller selbst im günstigsten Falle auf 3 % an.

Godeffroy und Coulon†) benutzen die Fähigkeit des Holzschliffs Goldchloridlösungen zu reduziren. Durch eingehende Versuche haben die Verfasser festgestellt, daß die Cellulose aus Leinen und Baumwolle in keinem Falle, die aus Holz oder Stroh dargestellte wohl vor der Extraktion mit Wasser, Alkohol und Aether, nicht aber nach derselben auf eine Goldchloridlösung reduzirend einwirkt; Holzschliff verliert seine Reduktionsfähigkeit durch die Extraktion mit den oben genannten Reagentien nicht. Dieses Verhalten wurde einer quantitativen Prüfung unterzogen, deren Ergebnisse zu der Annahme zu berechtigen scheinen, daß auf dem vorgeschlagenen Wege ein für die Technik genügend genaues Verfahren ausgearbeitet werden kann. Eine abgewogene Papiermenge wird der Reihe nach mit kaltem Wasser, kochendem Wasser und dann mit einer fast kochenden Lösung von Weinsäure in 80prozentigem Alkohol so lange behandelt, bis die ablaufende Flüssigkeit mit viel Wasser keine Trübung mehr giebt. Nachdem auf diese Weise die Leimung entfernt ist, wird wieder mit heißem und darauf mit kaltem Wasser gewaschen, getrocknet und mit Alkohol und Aether extrahirt. Die extrahirte Probe wird darauf mit 20 ccm Goldchloridlösung (0,2233 g Gold enthaltend) gekocht und das reduzirte Gold bestimmt. 100 g Fichtenstoff reduziren im Mittel 14 g Gold aus einer kochenden Goldchloridlösung.

Holzschliff von Weide, Espe, Rüster, Akazie, Föhre und Tanne zeigen nach den Versuchen der Autoren nahezu die gleiche Reduktionsfähigkeit.

Weitere Vorschläge als die hier aufgeführten liegen über diesen Gegenstand nicht vor. Einige der Redaktion der Papier-Zeitung auf Grund eines Preisausschreibens eingereichte Arbeiten, welche eine genaue oder annähernde Bestimmung der Menge des Holzschliffs im Papier zum Gegenstand hatten und von den Preisrichtern sämmtlich für unbrauchbar befunden wurden, sind in ihren Einzelheiten nicht näher bekannt geworden.

---

*) Jahresberichte d. Wiener Handelsakademie 1890, S. 159.

**) „Die qualitative und quantitative Bestimmung des Holzschliffs im Papier" von Dr. A. Müller. Julius Springer, Berlin.

***) Der Gedanke, das Schweizer'sche Reagens in dieser Weise zur Bestimmung des Holzes im Papier zu verwenden, ist auch von Merz benutzt; er hat in dieser Beziehung eine Anzahl von Versuchen angestellt („Papier-Zeitung" 1886) ist indessen nicht zu befriedigenden Ergebnissen gelangt.

†) „Ueber die quantitative Bestimmung des Holzschliffs im Papier" von Richard Godeffroy und Max Coulon. „Mittheilungen des k. k. Technologischen Gewerbe-Museums in Wien". Neue Folge II. Jahrgang 1888, Nr. 1 u 2, Seite 18 ff, Seite 67 und 1889, Seite 9 ff.

Tabelle

Stauchversuche bei hohen Wärmegraden

Bezeichnungen wie bei den

	Versuch Nr. 118 bis 129 mit Körpern aus Härtestufe I.												Versuch Nr. 130 bis 141					
Versuch	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
Wärme	20°						200°		300°		400°		20°					
Bär	I						I						I					
G =	56,26						56,26						56,26					
f =	1,0		2,0		3,0		2,0						1,0		2,0		3,0	
A =	56,3		112,5		168,8		112,5						56,3		112,5		168,8	
h =	30,2	30,2	30,3	30,1	30,0	30,1	30,0	30,2	30,2	29,7	30,2	30,1	30,3	30,0	30,2	30,0	30,0	30,0
d =	30,0	30,0	30,0	30,1	30,1	30,1	30,2	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	29,7	30,0	29,7	30,0	29,7	30,0
J =	21,3	21,3	21,4	21,4	21,3	21,4	21,5	21,5	21,5	21,1	21,5	21,4	21,0	21,2	20,9	21,2	20,8	21,2
a =	2,64	2,64	5,26	5,26	7,92	7,89	5,23	5,23	5,23	5,33	5,23	5,26	2,68	2,66	5,39	5,31	8,12	7,96
Schlag Nr.	Höhenänderungen hn in Procenten von h																	
1	95,4	95,1	91,1	91,4	87,3	87,4	88,7	88,5	87,4	87,6	88,1	88,0	95,8	96,0	91,8	92,0	89,0	88,7
2	91,7	90,8	84,5	87,5	78,7	78,4	82,0	81,5	80,5	80,2	80,8	80,8	92,0	92,3	85,5	86,0	80,7	80,3
3	88,1	87,4	79,2	79,1	71,7	71,4	77,0	76,2	74,9	74,8	74,9	75,1	89,2	89,3	80,6	81,0	74,0	73,7
4	85,4	84,5	74,6	74,1	65,7	65,4	72,7	72,2	70,2	70,1	70,0	70,1	86,4	86,7	75,9	76,3	68,3	68,3
5	82,8	81,5	70,4	70,1	60,7	60,2	69,3	68,9	66,3	66,0	65,6	65,8	84,2	84,3	72,0	72,7	63,3	63,3
6	80,8	79,5	66,7	66,2	56,3	56,1	66,7	66,3	63,0	62,6	62,0	62,1	82,0	82,0	68,6	69,3	59,3	59,3
7	77,5	77,8	63,4	62,8	52,7	52,3	63,7	63,6	59,7	59,6	58,7	58,8	80,0	80,0	65,6	66,0	55,7	55,7
8	76,8	75,5	60,4	59,8			61,0	60,9	57,0	56,9	55,6	55,8	78,2	78,3	63,0	63,3		
9	74,8	73,8	57,8	57,5			58,7	58,6	54,7	54,6	52,6	52,8	76,3	76,7	60,3	60,7		
10	73,2	72,0	55,1	55,2			56,7	56,6	52,3	52,3	50,3	50,3	74,7	75,0	58,0	58,7		
11	71,5	70,2											73,2	73,3				
12	69,9	68,9											72,1	72,0				
13	68,2	67,3											70,8	70,7				
14	66,9	65,9											69,8	69,3				
15	65,7	64,7											68,4	68,3				
16	64,3	63,3											67,4	67,3				
17	63,0	61,9											66,4	66,3				
18	61,9	60,9											65,0	65,3				
19	60,9	59,9											64,1	64,0				
20	59,9	59,3											63,1	63,0				
21														62,0				
22														61,3				
23														59,0				
24														57,0				

I. Festigkeitseigenschaften.

Wärmegrade	20	200	300	400
Streckgrenze . . kg/qmm	22,0	19,9	15,6	11,3
Bruchgrenze . . kg/qmm	38,4	50,3	47,4	34,1
Bruchdehnung . . . . %	30,4	15,8	20,0	35,0
Querschnittsverminderung %	58,6	41,5	22,9	57,5

II. Festigkeits-

Wärmegrade	
Streckgrenze	kg/qmm
Bruchgrenze	kg/qmm
Bruchdehnung	%
Querschnitts-verminderung	%

änderungen also am meisten Schlagarbeit erfordern. Dieser Punkt größten Widerstandes fällt nicht mit dem Punkte größter Festigkeit zusammen, denn dieser wird übereinstimmend für alle drei Materialien erst bei mehr als 200 C° erreicht.

Für die beiden Flußeisensorten I und II fällt der Punkt des größten Stauchwiderstandes mit dem Punkte kleinster Dehnbarkeit nahe zusammen. Das Flußeisen III zeigt an dieser Stelle auch einen charakteristischen Punkt in seiner Dehnbarkeit; aber der kleinste Werth liegt bei diesem Material erst bei etwa 300 C°. Da die Linien des Stauchwiderstandes für das Material III aber an dieser Stelle gegenüber I und II keine wesentlichen Abweichungen zeigen, so muß bezweifelt

12.

mit Normalkörpern 30 aus Flußeisen.

vorausgehenden Tabellen.

mit Körpern aus Härtestufe II.						Versuch Nr. 142 bis 153 mit Körpern aus Härtestufe III.											
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
200°		300°		400°		20°						200°		300°		400°	
I						I						I					
56,26						56,26						56,26					
2,0						1,0		2,0		3,0		2,0					
112,5						56,3		112,5		168,8		112,5					
30,0	30,0	30,1	30,0	30,2	30,0	30,0	30,1	30,1	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	29,9	30,0
29,7	30,0	29,7	30,0	29,8	30,0	30,0	30,0	30,0	30,3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
20,8	21,2	20,9	21,2	21,1	21,2	21,2	21,3	21,3	21,6	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,1	21,2
5,41	5,31	5,39	5,31	5,33	5,31	2,66	2,64	5,28	5,21	7,96	7,96	5,31	5,31	5,31	5,31	5,33	5,31
Höhenänderungen hn in Procenten von h																	
89,7	92,3	89,5	89,3	89,5	89,7	96,3	95,8	92,5	92,3	90,0	89,7	91,7	91,0	90,7	90,3	90,7	90,6
83,7	86,0	82,5	82,7	83,0	83,3	93,0	92,8	87,1	86,7	82,3	82,0	86,0	85,0	84,0	84,3	84,7	84,6
79,0	81,0	77,4	77,7	78,0	78,3	90,0	89,8	82,8	82,3	76,3	75,7	81,7	81,0	80,0	79,7	79,7	80,0
75,3	77,3	73,2	73,7	73,0	73,5	88,0	87,8	78,8	78,0	71,3	70,7	78,0	77,3	75,7	75,7	75,3	75,6
72,0	73,7	69,5	70,0	69,0	69,7	85,7	85,8	75,2	74,3	66,7	66,0	75,0	74,3	72,3	72,3	71,7	72,0
69,3	70,7	66,5	66,7	65,6	66,3	83,7	83,8	71,8	71,3	62,7	62,3	72,0	71,3	69,3	69,3	68,3	68,6
66,7	68,3	63,2	63,7	62,7	63,3	82,0	82,1	69,2	68,3	59,0	59,0	69,7	69,0	66,3	66,7	65,0	65,6
64,3	65,7	60,8	61,3	60,0	60,3	80,3	80,5	66,2	66,0			67,0	66,3	63,7	64,0	62,7	62,8
62,0	63,3	58,2	58,7	57,4	58,0	79,0	78,9	63,8	63,3			65,0	64,3	61,7	61,7	60,3	60,6
59,7	61,3	55,9	55,8	54,4	55,7	77,3	77,2	61,5	61,3			62,7	62,3	59,3	59,7	58,3	58,6
						76,0	75,8										
						74,7	74,5										
						73,3	73,2										
						72,3	71,8										
						71,3	70,8										
						70,3	69,8										
						69,0	68,9										
						68,0	67,8										
						67,3	66,8										
						66,3	65,8										

eigenschaften.

20	200	300	400
26,0	22,9	(20,9)	14,3
43,7	54,8	52,0	43,2
28,9	14,8	22,6	29,5
48,7	33,2	27,6	50,6

III. Festigkeitseigenschaften.

Wärmegrade	20	200	300	400
Streckgrenze . . kg/qmm	28,6	25,5	21,3	15,7
Bruchgrenze . . kg/qmm	47,0	57,0	44,7	43,2
Bruchdehnung . . . . %	28,6	12,9	—	30,9
Querschnittsverminderung %	61,5	36,3	8,5	44,5

werden, daß die Dehnbarkeit des Materiales einen vorwiegenden Einfluß auf den Stauchwiderstand ausübt.

An der Erzeugung des Stauchwiderstandes werden schließlich wohl Festigkeit und Dehnbarkeit ziemlich gleichen Antheil nehmen.

9. Stauchversuche mit Hohlcylindern.

Die Gelegenheit, Stauchversuche an röhrenförmigen Körpern auszuführen, trat zum ersten Mal im Jahre 1886 an die Versuchsanstalt heran, als es galt, eiserne aus Rohren und Formeisen gebildete Spundwandtheile auf ihren Widerstand und Verbindungssicherheit gegen Stoß zu prüfen. Dieser Fall tritt aber schon aus dem Rahmen einer bloßen Materialprüfung heraus und ist als Prüfung eines Konstruktionstheiles aufzufassen; er sei deswegen nur erwähnt.

In neuerer Zeit sind aber Prüfungen auf Stoßwiderstand an röhrenförmigen Körpern in größerem Umfange und in einer solchen Weise durchgeführt, daß mehr der Zweck einer eigentlichen Materialprüfung in den Vordergrund trat. Da hierbei interessante Ergebnisse erzielt wurden, so sollen diese Versuche hier eine kurze Darstellung finden; sie beweisen, daß der Stauchversuch sehr gut brauchbar ist, um sich kurzer Hand ein Urtheil über die Güte des Materials zu verschaffen.

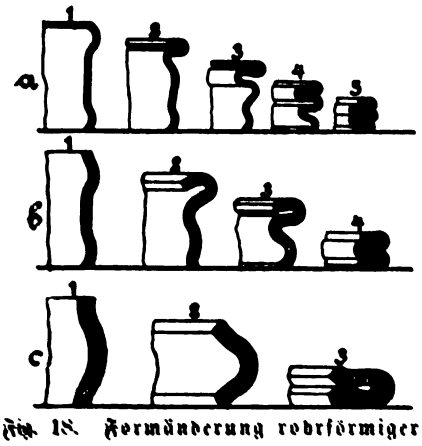


Fig. 18. Formänderung rohrförmiger Körper bei Stauchversuchen.

Zu den Versuchen wurden Rohrenden aus ziemlich hartem Stahl benutzt, welche senkrecht zur Rohraxe so abgeschnitten waren, daß ihre Höhe gleich dem äußeren Durchmesser war. Der Verlauf der Formänderungen ist für die verschiedenen Formverhältnisse ganz charakteristisch unterschieden; er trat in ganz gleicher Weise ein bei Stauchversuchen und bei Druckversuchen, so daß einer bestimmten Höhenänderung für gleiche Körper immer nahezu die gleiche Form entsprach. Trotz seiner verhältnißmäßig großen Festigkeit, welche zum Theil von geringer Dehnbarkeit begleitet war, vertrug das Material die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellten Formänderungen fast ganz anstandslos, indem nur wenige Proben bei den letzten Formen leichte Risse bekamen. In Figur 18 a — c sind die drei beobachteten charakteristischen Arten der Formänderung in ihren Stufen dargestellt und in Tabelle 13 die Stauchversuchsergebnisse mitgetheilt. Nach den Versuchsprotokollen wurden zunächst die Schaulinien Figur 19 entworfen. Man erkannte sofort, daß die Linien gruppenweise zusammenfielen und ordnete deswegen Tabelle 13 nicht nach der Reihenfolge, wie die Versuche ausgeführt wurden, sondern nach der Lage der Schaulinien in Figur 19. Werth und Bedeutung dieser Einordnung wird

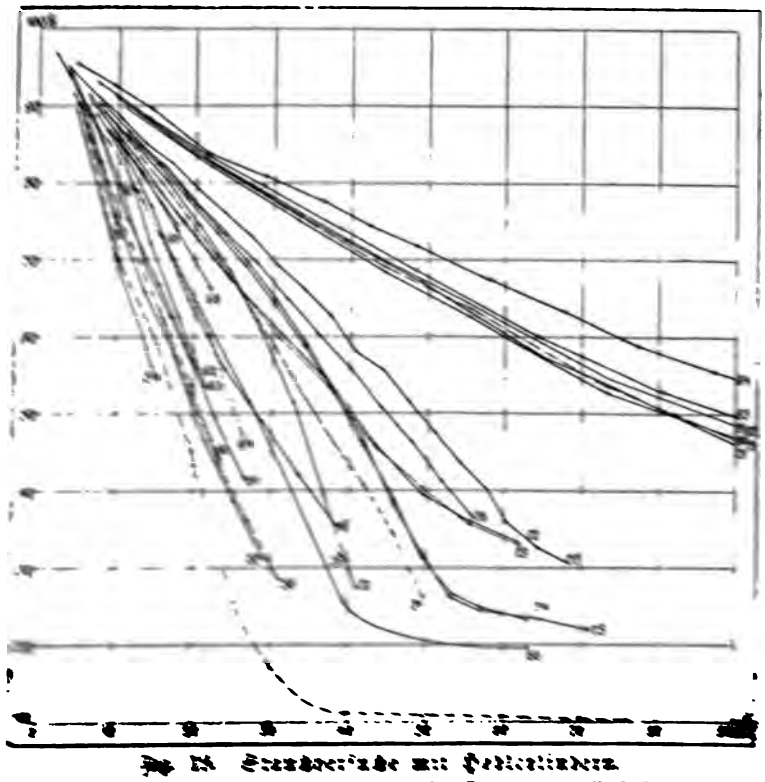


Fig. 19. Stauchversuche mit Hohlcylindern.
Vergl. Tab. 13 und 13a. Die eingeschriebenen Linien sind mit den Versuchsnummern versehen, jedoch ist die 1 vor den Zahlen fortgelassen.

Tabelle 13. Stauchversuche mit röhrenförmigen Körpern; Stahl.

Zeichenbedeutung wie früher und außerdem: w = Wandstärke in mm; d/di das Verhältniß des äußeren Durchmessers zum inneren; h/w das Verhältniß der Probenhöhe zur Wandstärke; Formänderung = a, b oder c = Formänderung geht nach Fig. 18 a, b, c vor sich; σ_B = Zugfestigkeit in kg/qmm; δ_{100} = Dehnbarkeit auf je 100 mm an der Bruchstelle gemessen; q = Querschnittsverminderung.

Alle Versuche sind mit Bär III, G = 37,00 kg, nur Versuche 178 und 184 mit Bär I, G = 56,26 kg ausgeführt.

Versuch Nr.	154		155		156		157		158		159		160		161		162		163		164		165		166		167		168	
Zeichen	14		7		7		5		13		6		5		6		3		2		23		19		3		24		a	
f =	0,20		0,20		0,20 u. 2,0		0,10 u. 0,20		0,20		2,00		0,20		0,20		0,50		0,50		0,20		0,40		verschieden		0,20		0,20	
A =	7,4		7,4		7,4 u. 7,4		3,7 u. 7,4		7,4		7,4		7,4		7,4		18,5		18,5		7,4		14,8		desgl.		7,4		7,4	
h =	25,2		25,7		25,0		25,8		26,1		26,0		26,1		26,5		31,9		31,5		18,8		25,5		27,2		15,7		19,1	
d =	24,9		24,9		24,8		25,5		25,5		25,5		25,5		25,5		31,9		31,5		18,9		25,5		27,0		15,7		19,0	
g =	11,7		11,7		11,3		15,0		15,0		15,0		15,0		15,2		42,0		40,0		13,0		24,0		24,3		9,0		13,1	
J =	1,5		1,5		1,45		1,9		1,9		1,9		1,9		1,95		5,4		5,1		1,7		3,1		3,1		1,2		1,7	
a =	4,93		4,93		5,10 u. 51,0		1,95 u. 3,90		3,90		39,0		3,90		3,80		3,42		3,63		4,35		4,77		verschieden		6,16		4,35	
Schlag Nr.	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn	Σa	hn
1	4,9	89,3	4,9	90,3	5,1	90,4	2,0	96,9	3,9	93,9	39,0	31,9	3,9	93,9	3,8	94,3	3,4	95,0	3,6	94,6	4,4	91,5	4,8	92,5	1,2	(92,6)	6,2	89,2	4,4	93,2
2	9,9	70,6	9,9	74,7	10,2	70,0	5,9	89,5	7,8	82,8			7,8	82,8	7,6	85,7	6,8	88,7	7,2	88,9	8,8	85,1	9,6	85,9	3,5	—	12,4	79,6	8,8	86,9
3	14,8	56,0			15,3	59,2	9,8	75,6	11,7	72,0			11,7	72,0	11,4	75,1	10,2	79,9	10,8	82,9	13,2	77,7	14,4	76,9	15,4	73,5			13,2	80,6
4					20,4	43,2	13,7	65,9	15,6	63,2			15,6	63,2	15,4	66,8	13,6	69,6	14,4	72,1	17,6	69,7	19,2	64,7	27,3	51,5			17,6	73,8
5					25,5	25,6	17,6	57,3	19,5	52,8			19,5	53,6	19,0	58,9	17,0	62,7	18,0	62,5	22,0	60,1	24,0	55,7	39,2	25,7			22,0	66,5
6					76,5	10,4	21,5	46,5	23,4	43,7			23,4	44,1	22,8	49,4	20,4	55,8	21,6	53,3	26,4	47,3	28,8	49,0	63,1	19,5				
7							25,4	38,7	27,3	36,0			der Körper		26,8	41,5	feine Längs-		schief		Riß		33,6	42,0			feiner		a feine	
8							29,3	31,0	31,2	28,4			wird schief				risse		geworden				38,4	35,3			Längsspalt		Längsrisse	

Tabelle 13a.

Gruppe	I				II				III				IV		V		VI		VII					
Versuch Nr.	154 155	156	157–160	161	162 163	164	165	166	167	168 169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179–182	183	184
w =	0,80	0,75	0,95	1,00	1,80	1,65	1,60	1,45	1,75	1,65	1,70	2,70	1,85	1,85	3,30	3,40	3,00	2,85	4,65	3,85	4,80	4,80
d/di =	1,07	1,06	1,08	1,09	1,12	1,21	1,14	1,12	1,29	1,21	1,21	1,20	1,48	1,50	1,26	1,27	1,34	1,32	1,87	1,86	1,92	1,92
h/w =	31,0	33,0	27,0	26,0	18,0	11,0	16,0	19,0	9,0	11,0	11,0	12,0	6,0	6,0	10,0	9,0	7,9	8,3	4,3	4,3	4,2	4,2
Formänderung	a	a	a	a	—	—	b	b	—	c	c	c	c	c	c	c	c	c	—	—	—	—
σ_B =	47,8	47,8	47,8	47,8	45,9	40,4	40,4	56,8	40,4	R.(49,2)	45,9	50,3	45,9	45,9	60,3	60,3	50,3					
δ_{100} =	4,3	4,3	4,3	4,3	22,9	19,3	19,3	1,9	19,3	R.(15,6)	22,9	14,5	22,9	22,9	4,0	4,0	14,5					
q =	32,4	32,4	32,4	32,4	45,5	55,9	55,9	29,9	55,9	—	45,5	62,8	45,5	45,5	42,1	42,1	62,8					

	169 b Kopf wie bei Nr. 168	
Schlag Nr.	Σa	hn
1	4,4	92,7
2	8,8	86,5
3	13,2	80,7
4	17,6	74,5
	Spuren von Längsrissen	

Nach Abschluß der Arbeit veröffentlichte Prof. Rudolf Benedikt und Max Bamberger*) eine Reihe von Untersuchungsergebnissen, welche sich auf die quantitative Bestimmung der Holzsubstanz beziehen. An der Hand der S. Zeiselschen Metoxylbestimmungsmethode wiesen die Verfasser nach, daß dem Lignin (Holzsubstanz) eine ziemlich hohe Methylzahl zukommt; man versteht bekanntlich unter Methylzahl diejenige Methylmenge in Zehntelprocenten, welche sich beim Kochen der Substanz mit Jodwasserstoffsäure in Form von Jodmethyl abspaltet. Die verschiedenen Holzarten verhalten sich hierbei verschieden; es wurde im Mittel gefunden für Fichte die Methylzahl 22,6, Tanne 24,5, Aspe 22,6. Da man mit Hülfe des Mikroskopes feststellen kann, welcher Art das in einem Papier vorhandene Holz ist, so kann man dadurch feststellen, welche Methylzahl man den Bestimmungen zu Grunde legen muß.

Bei der Untersuchung auf diejenigen Bestandtheile des Holzes, welche Methoxylgruppen enthalten und demgemäß die Abspaltung des Jodmethyls veranlassen, ergab sich, daß hierbei nur jene Theile des Holzes in Frage kommen, die man mit dem Namen Lignin bezeichnet.

Reine Cellulose, gereinigte Baumwolle, Filtrirpapier liefern kein Jodmethyl; die mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirten Hölzer liefern nach der Extraktion dieselbe Methylzahl wie vorher.

Die Ausführung der Bestimmung der Methylzahl muß mit äußerster Sorgfalt geschehen, da ein Fehler von nur einer Einheit in der Methylzahl den Holzschliffgehalt schon um 5 % falsch finden läßt. Nicht ausführbar ist die Bestimmung der Methylzahl für Holz in einem Papiere, welches Gips oder Bariumsulfat enthält, da ein größerer Schwefelgehalt die Methylzahl durch Bildung von Mercaptan herabdrückt.

Diese Einschränkung macht deshalb in jedem Fall eine qualitative Analyse der Asche des zu untersuchenden Papiers nothwendig, um festzustellen, ob Gips oder Schwerspath als Füllstoffe verwendet worden sind, denn man dürfte wohl nicht zu viel sagen, wenn man behauptet, daß alle Papiere, welche mit Holzschliff gearbeitet sind, auch Füllstoffe enthalten.

In manchen Fabriken wird ja, um einen recht schmierigen Stoff zu erzielen, selbst bei Herstellung bester Papiere dem Stoff im Holländer eine geringe Menge Bariumsulfat zugesetzt. Wenn Füllstoffe in größeren Mengen Verwendung finden, wird man zwar in den meisten Fällen zu Kaolin greifen, da aber eine Verwendung von Bariumsulfat nie ausgeschlossen erscheint, so ist eine vorherige qualitative Untersuchung unerläßlich.

Zu dem Vorwurf der Umständlichkeit des Godeffroyschen Verfahrens zur Holzschliffbestimmung im Gegensatz zu der von ihnen vorgeschlagenen erscheinen die Verfasser kaum berechtigt; wenigstens muß es doch auch als umständlich bezeichnet werden, wenn vor Inangriffnahme der eigentlichen Untersuchung zunächst eine mikroskopische Untersuchung und dann eine qualitative Analyse ausgeführt werden muß. Wenn dann dem Untersuchenden noch die Aufgabe zufällt, die Holzgattung festzustellen, von welcher der vorhandene Holzschliff herrührt, so kann er hierbei sehr großen Schwierigkeiten begegnen. Eine Entscheidung z. B., ob der vorhandene Holzschliff von Tanne oder Fichte herrührt, dürfte nicht leicht zu treffen sein und doch muß sie gegeben werden, weil beide Hölzer eine verschiedene Methylzahl haben.

*) Ueber eine quantitative Reaktion des Lignins von Rudolf Benedikt und Max Bamberger. „Monatshefte für Chemie" 1890, S. 260 und: Zur Bestimmung des Holzschliffs im Papier von Prof. Rudolf Benedikt und Max Bamberger. „Chemiker-Zeitung" 1891, Nr. 14, S. 221.

3. Zur Prüfung von Mineralölen und fetten Oelen auf Harzöle.

Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde.

Im Jahrgang 1890 S. 19 und 269 der Mittheilungen war die Reaktion, welche das Harzöl mit Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,624 giebt, und die analytische Verwerthbarkeit des hohen Brechungsvermögens dieses Oeles näher erörtert worden. Im Folgenden möge der durch weitere Erfahrungen jetzt ausgebildete Prüfungsgang zur Erkennung von Harzöl in anderen Oelen einer näheren Besprechung unterzogen sein.

Zuvor sei eine Gegenüberstellung der wichtigsten bei der Erkennung von Harzölen in Betracht kommenden Eigenschaften dieser Oele, der Mineralöle und fetten Oele gegeben. Die angeführten Grenzwerthe, beziehentlich Reaktionen sind aus einer größeren Anzahl von Oelen der genannten Gattungen hergeleitet worden.

Art der Oele	Aeußere Erscheinungen	Spezifisches Gewicht bei 15,6 C°	Brechungskoeffizient bei etwa 18 C°	Löslichkeit**) in absol. Alkohol (1 Vol. Oel auf 2 Vol. Alkohol)	Verhalten gegen	
					Schwefelsäure 1,624, Farbe der Säure	Essigsäureanhydrid u. Schwefelsäure 1,530
Harzöle	gelb bis hellbraun, Harzgeruch und harziger Geschmack	0,97 bis 0,98	1,535 bis 1,549	50—73 Vol.% Oel gelöst	tiefroth	violett- bis blutroth
Mineralöle	gelb fluorescirend bis schwarz, Geruch schwach	0,89 bis 0,92	1,500 bis 1,507 *)	2—15 Vol.% Oel gelöst	gelb bis braun	nicht charakteristisch, schmutzig grün bis braunroth
Rüböle und Baumöle	gelb bis grün, bekannter charakteristischer Geruch	0,913 bis 0,917	Rüböle 1,4725 bis 1,4740 Baumöle 1,4689 bis 1,4696	—	gelb	nicht charakteristisch, schmutzig grün bis braun

Wir sehen, daß die Unterschiede in den angeführten Eigenschaften der Harzöle und anderer Oele hinreichend sein müssen, um erstere in irgend wie beträchtlicher Menge in Gemischen zu erkennen. Wenn die Probe gegen Schwefelsäure 1,624 nur eine Gelbfärbung der Säure ergiebt und die übrigen Eigenschaften, wie spezifisches Gewicht ꝛc. nicht auf Gegenwart von Harzöl hindeuten, so kann man mit Sicherheit die Abwesenheit dieses Oeles annehmen. Hat jedoch die Schwefelsäure nach dem Schütteln mit dem Oel eine rothe oder schwach röthliche Farbe angenommen, und liegen die übrigen Eigenschaften des Oeles oberhalb der bezeichneten Grenzen, so kann man bei fetten Oelen mit Sicherheit, bei Mineralölen mit ziemlicher Bestimmtheit die Gegenwart von Harzöl annehmen. Der Grad der Sicherheit des Urtheils wird natürlich im letzteren Fall von der Größe der Abweichung abhängen, welche die gefundenen Merkmale des Oeles gegenüber den reinen Oelen zeigen. In Fällen geringer Abweichungen, also bei Vermuthung nur geringer Mengen Harzöl, erlangt man dadurch völlige Gewißheit, daß man den durch Schütteln bei Zimmerwärme erhaltenen alkoholischen Auszug des Oeles abdestillirt und das rückständige Oel prüft. War Harzöl zugegen, so hat der Rückstand, der Löslichkeit des Harzöles entsprechend, ein größeres Volumen als bei reinen Mineralölen, zeigt den charakteristischen, wenn auch zuweilen etwas abgeschwächten Harzöl-Geruch und Geschmack, ist von zähflüssiger Beschaffenheit und besitzt vor allem den bezeichneten hohen Brechungskoeffizienten und das Vermögen, Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,624

*) Nur bei hellen Oelen bestimmt.

**) Unter Schütteln bei Zimmerwärme bestimmt.

roth zu färben. Zum Ueberfluß kann man einige Tropfen des Rückstandes noch Morawsky mit Essigsäureanhydrid (etwa 1 ccm) schütteln und dann mit 1 Tropfen Schw säure vom spezifischen Gewicht 1,530 versetzen, wobei man die bekannte violett-rothe bis rothe Färbung erhält. Daß man bei der Prüfung von Mineralölen vorsichtiger zu V gehen muß als bei Untersuchung von fetten Oelen, hat seinen Grund vornehmlich darin, man unter den schwarzen undurchsichtigen Mineralölen oft die verschiedenartigsten Materi findet, deren Zusammensetzung und Reaktionen noch nicht genügend ermittelt worden Man findet daher zuweilen, daß derartige Oele, insbesondere wenn sie gewisse riech Bestandtheile enthalten, Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,624 tiefbraun oder lich färben, und muß in solchem Fall den alkoholischen Auszug, wie oben gezeigt, w untersuchen.

Bisher lagen der Versuchsanstalt zwei Fälle vor, in der eingereichte Mineralöle Harzölen versetzt waren. Die Eigenschaften dieser Oele seien nachstehend aufgeführt; wird aus ihnen auf Grund der oben mitgetheilten Merkmale der reinen Oele leicht Charakter der Mischungen erkennen.

Zeichen der Probe	Aeußere Erscheinungen	Spezifisches Gewicht bei 15,6 C°	Brechungskoeffizient bei etwa 18 C°	Löslichkeit in absol. Alkohol, unter Schütteln bei Zimmerwärme (1 Vol. Oel auf 2 Vol. Alkohol)	Verhalten gegen	
					Schwefelsäure 1,624, Färbung der Säure	Essigsäure drid u. Sch säure 1,
a	gelb, schwach fluorescirend, nach Harzöl riechend und schmeckend	0,956	1,5275	27 Vol.% Oel gelöst	tiefroth	violett
b	gelbbraun fluorescirend, schwach nach Harzöl riechend und schmeckend	0,927	1,5100	12 Vol.% Oel gelöst	braunroth	blutro

Von dem Oel a konnte ohne weiteres auf Grund dieser Ergebnisse auf Gegenwart Harzöl in größerer Menge (etwa 50 %) geschlossen werden. Bei b schien dagegen nur geringer Zusatz vorzuliegen, weshalb zur Erlangung eines gesicherten Urtheiles der alkohol Auszug abdestillirt wurde. Der Rückstand zeigte die bekannten charakteristischen Merkmale Harzöls; der Brechungskoeffizient bei etwa 18 C° betrug 1,5376.

Ich will noch bemerken, daß sich Harzöle auch vielfach in Mineralölen durch i hohen Säuregehalt, welcher von Harzsäuren herrührt, bemerkbar machen. Das Oel b einen Säuregehalt von 0,42 %, während die reinen hellen Mineralöle entweder säurefrei oder nur einen sehr geringen Säuregehalt aufweisen.

Auch sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß der alkoholische, also fast reines H enthaltende Auszug harzölhaltiger Mineralöle die Reaktion mit Schwefelsäure 1,624 Umständen erst nach sehr kräftigem Schütteln geben kann, während das ursprüngliche, harzölärmere Oel, die Reaktion bedeutend schneller giebt. Dieser Fall tritt ein, wenn zugesetzte Harzöl, wie es besonders für Verfälschungen in Betracht kommt, sehr zähflüssig weil dann der harzölreiche, sehr zähflüssige Auszug sich weniger innig mit der Säure mi läßt, wie das zwar harzölarme, aber durch die Gegenwart von Mineralöl leichtflüssi ursprüngliche Oel.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

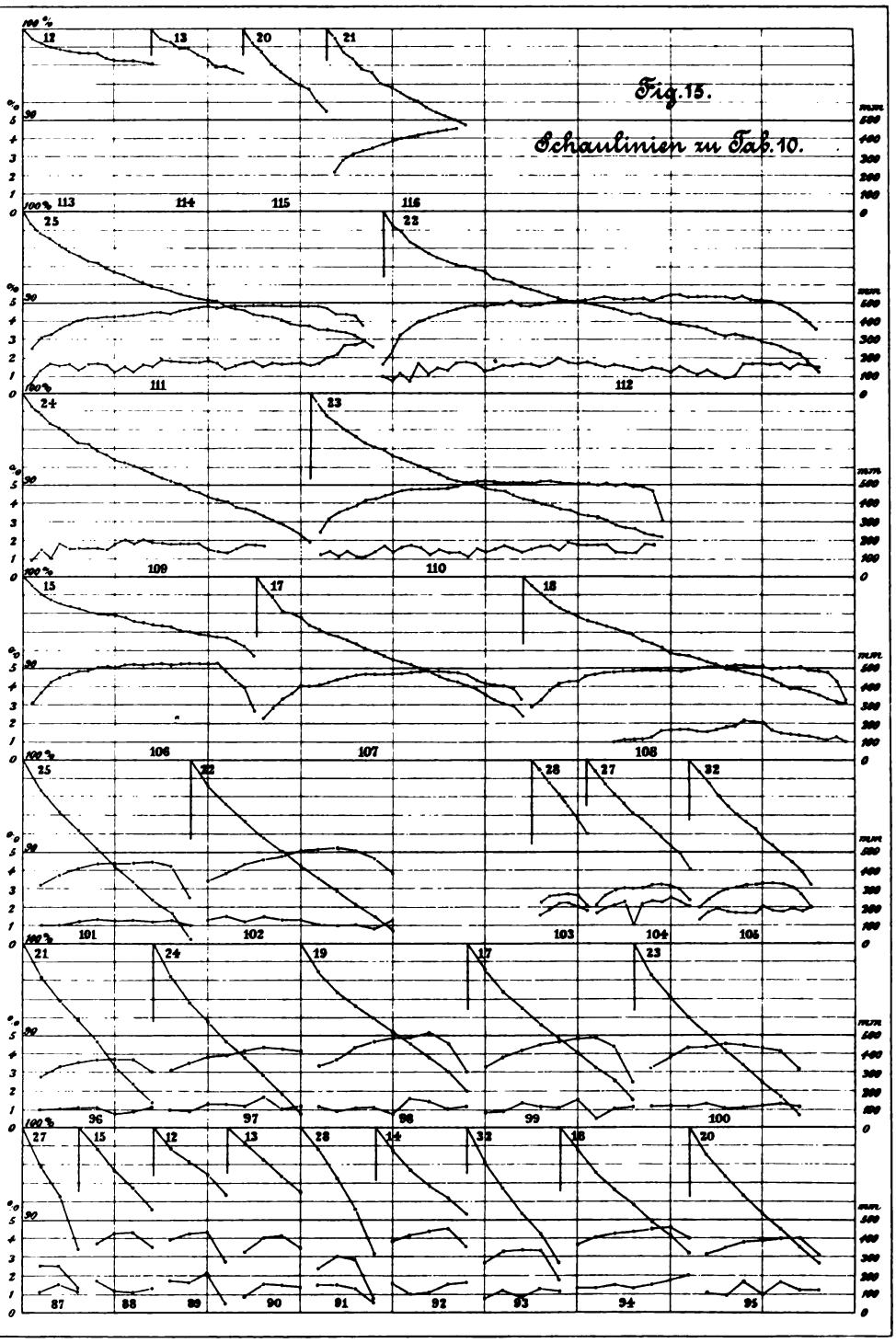


Fig. 15.

Schaulinien zu Tab. 10.

PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Zweites Heft.

Mit einer lithographirten Tafel.

LIBRARY OF CONGRESS
TRANSFERRED
JAN 7 191

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission. Seite

(Fehlen.)

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche. (Fortsetzung.) Vom Vorsteher Professor Martens . 53
2. Untersuchung eines Schopperschen Festigkeitsprüfers. Von Dalén, Assistent der Abtheilung für Papierprüfung 75
3. Die Hüblsche Jodadditionsmethode. Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 81
4. Ueber den Einfluß des Abkühlens von Oelen auf ihren Flüssigkeitsgrad. Von Dr. Bender, Assistent der Abtheilung für Oelprüfung 100
5. Ueber die Methoden zur Untersuchung von Olivenöl auf Erdnußöl. (Vorläufige Mittheilung.) Vom Abtheilungs-Vorsteher Dr. Holde 105

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Untersuchungen über die Schwefelbestimmung in Kohlen nach Eschkascher Methode. Von Jul. Rothe, Chemiker der chemisch-technischen Versuchsanstalt 107

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

(Fehlen.)

V. Kleinere Mittheilungen.

(Fehlen.)

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

IX. Jahrgang. 1891. Zweites Heft.

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Ueber Materialprüfung durch Schlagversuche.

LIBRARY OF CONGRESS CITY OF WASHINGTON

(Fortsetzung statt Schluß.)

Vom Vorsteher, Professor A. Martens.

10. Stauchversuche mit verschiedenen Materialien.

In den Tabellen 14 bis 19 sind Reihen von Versuchen mit verschiedenen Materialien aufgeführt, um einen Ueberblick über deren Verhalten zu geben und hieraus einen Anhalt für die Beurtheilung über die Anwendbarkeit der Stauchversuche für die Zwecke des Materialprüfungswesens zu gewinnen. Diese Tabellen sind so angeordnet, daß sie zugleich auch Unterlagen für die Schätzung der Zuverlässigkeit liefern, mit welcher die Ergebnisse von Stauchversuchen als Gütemaßstab für die Materialien benutzt werden können.

Tabelle 14 enthält die Ergebnisse, welche mit Normalkörpern 13 aus Schienen und Radreifen gewonnen wurden. Die Probekörper sind aus den Zerreißstäben entnommen, welche zu den Versuchen dienten, die seinerzeit im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten an Eisenbahnmaterial ausgeführt wurden.[1]) Um dem Leser einen etwaigen Vergleich mit den bei den Hauptversuchen gewonnenen Ergebnissen und in Bezug auf das Verhalten der Versuchsstücke im Betriebe zu gewähren, sind in Tabelle 14, Spalte 2 die in dem Berichte über jene Untersuchungen benutzten Probenzeichen angegeben. Hierzu ist erläuternd zu bemerken, daß die Zeichen S, L, T, W Schiene, Lokomotiv-, Tender- oder Wagenradreifen bedeuten. Durch Ia wird angegeben, daß die Versuchsstücke sich im Betriebe besonders gut, durch IIa, daß sie sich besonders schlecht bewährten. Die Zerreißproben sind bei den Schienen aus der Kopfmitte, bei den Radreifen aus dem Spurkranz (S) und Laufkranz (L) entnommen, und zwar sind die Stücke bei den Schienen im Anlieferungszustande, bei den Radreifen nach dem Geraderichten im angewärmten Zustande geprüft. Die Normalkörper für die Stauchversuche wurden mit Rücksicht darauf, daß diese Versuche nur dazu bestimmt waren einen vorläufigen Ueberblick über die Verwendbarkeit des Stauchverfahrens zu gewinnen und mit Rücksicht auf Zeit- und Kostenersparniß zu je zwei hintereinander aus den zerrissenen Stäben etwa 30 bis 40 mm hinter dem Bruch entnommen. Es kann somit kein

[1]) „Mittheilungen" 1890, Ergänzungsheft II. Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien.

Zweifel darüber bestehen, daß das Material sich nicht mehr in seinem ursprünglichen Zustande befand und durch das Fließen beim Zerreißversuch mehr oder minder stark beeinflußt war. Dies darf man bei Beurtheilung der in Tabelle 14 mitgetheilten Versuchsergebnisse nicht außer Acht lassen; indessen wird die Reihe wegen ihres großen Umfanges und der Vielseitigkeit des geprüften Materiales immerhin einen großen Werth haben.

Um die Tabelle nach möglichst vielen Seiten nutzbar zu machen, ist sie nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet. Es sind in der oberen Reihe jedesmal die Mittel aus den mit beiden gleichen Probekörpern gewonnenen Ergebnissen und in der unteren die Abweichungen der einzelnen Reihen von den Mittelwerthen gegeben. Diese letzteren Zahlen werden später verwerthet werden und mögen einstweilen unberücksichtigt bleiben. In der mit ΣA überschriebenen Spalte ist die specifische Gesammtschlagarbeit in mkg/ccm angegeben, und zwar ist die Zahl fett gedruckt, wenn beide Körper zu Bruche gingen, der Versuch also als vollständig durchgeführt und das Material als erschöpft zu betrachten ist. Wenn bei beiden Proben kein Bruch (Rißbildung) erreicht wurde, so sind die Zahlen für ΣA klein gedruckt; ging nur ein Körper zu Bruche, so sind sie in gewöhnlicher Schrift gedruckt. Den Höhenänderungen infolge des Schlages sind die Festigkeitseigenschaften gegenüber gestellt. Innerhalb der einzelnen Gruppen sind die Versuchsreihen nach den Höhenänderungen beim ersten Schlage geordnet, so daß die widerstandsfähigeren Körper, d. h. diejenigen, welche die kleinsten Höhenänderungen ergaben, oben anstehen.

Bei einem Vergleich der Höhenänderungen mit den Festigkeitseigenschaften erkennt man sofort, daß mit wachsender Festigkeit die verbleibenden Höhen h_n wachsen, die Stauchwirkung also abnimmt. Noch bestimmter geht dies aus Figur 20 hervor, in der die oberen Punktgruppen die Höhen h_n nach den Schlägen 1 bis 4 geordnet nach wachsenden Bruchfestigkeiten wiedergeben. Die Ausgleichslinien dieser Punktgruppen sind durch die strichpunktirten Linien dargestellt; sie verlaufen ziemlich zu einander parallel und können als nahezu geradlinig angenommen werden, so daß man für das untersuchte Stahlmaterial aussprechen kann:

> Die Höhenveränderung durch die Staucharbeit ist im Allgemeinen umgekehrt proportional der Zerreißfestigkeit.

Die beiden Gruppen E und F in Figur 20 enthalten die Werthe für die Querschnittsverminderung und die Dehnung nach den gleichen Gesichtspunkten geordnet. Aus diesen Gruppen kann man, wenn auch nicht mit gleicher Bestimmtheit, den Schluß ableiten:

> Die Höhenveränderung durch die Staucharbeit ist im Allgemeinen proportional der Dehnbarkeit und der Querschnittsverminderung.

Mit bezug auf die Dehnung tritt dieses Gesetz schärfer hervor als in bezug auf die Querschnittsverminderung.

In der Gruppe G Figur 20 sind die zur Beendigung des Versuches erforderlich gewesenen Schlagzahlen ebenfalls nach wachsender Festigkeit des Materiales geordnet aufgetragen. Zur Erläuterung muß hier bemerkt werden, daß außer nach den Konstruktionsstücken, welchen die Proben entstammen, auch eine Trennung gemacht worden ist nach solchen Versuchsreihen, bei denen beide Proben brachen, nur eine oder gar keine zu Bruche ging. In dieser Gruppe bedeuten die unten am Fuß in der Mitte der Felder stehenden eingeklammerten Zahlen die Zahl derjenigen Versuchsreihen jeden Feldes, bei denen wenigstens ein Körper zum Bruche gebracht wurde. Die in der Mitte der Felder oberhalb der Nullinie stehende Zahl giebt jedesmal die mittlere bis zum Bruch erforderliche Schlagzahl an. Obwohl sie hier nicht mit

Sicherheit zu ermitteln ist, hat man doch versucht, in der strichpunktirten Linie eine Ausgleichslinie zu entwerfen. Diese läßt erkennen:

> Daß die Zahl der bis zum Bruch erforderlichen Schläge, d. h. die zur Herbeiführung des Bruches erforderliche spezifische Gesammtschlagarbeit, etwa zwischen 55 bis 70 kg/qmm Festigkeit des verglichenen Materials am größten ist.

Der durch die Ausgleichslinie gegebene größte Werth für das Mittel von Σ A berechnet sich auf etwa $7 \cdot 32{,}6 \sim 230$ mkg/ccm.

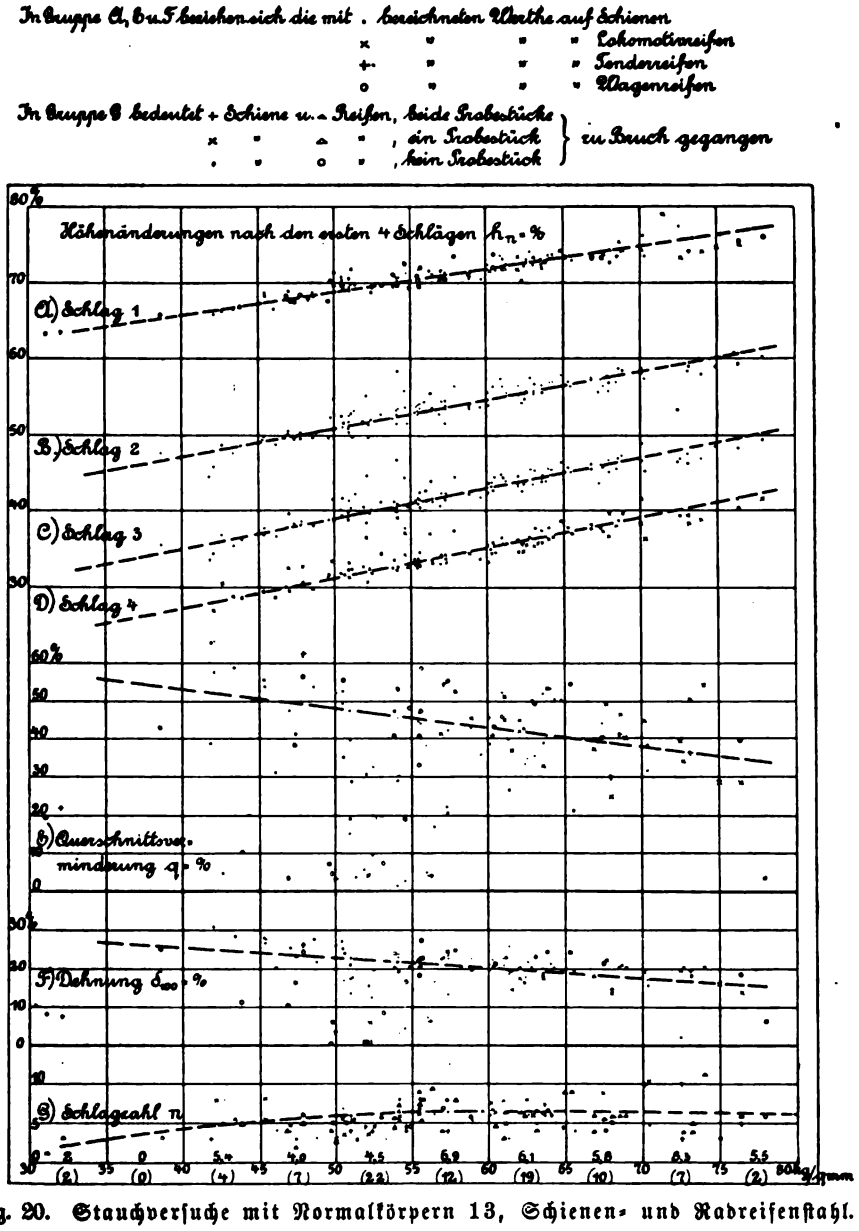


Fig. 20. Stauchversuche mit Normalkörpern 13, Schienen- und Radreifenstahl. (Vergl. Tab. 14.) Zusammenstellung geordnet nach wachsenden Festigkeiten.

Tabelle 14.

Stauchversuche mit Normalkörpern 13, Schienen- und Radreifenstahl.

Aus der Zerreißprobe (Schienenkopf, Laufkranz oder Spurkranz) wurden nach dem Versuch unmittelbar hinter einander zwei Stauchproben entnommen. Die Tabelle giebt das Mittel aus beiden Versuchsreihen und darunter den halben Unterschied $\times 10^2$.

Es bedeutet: Bst, Mst, Flst, Gst, St = Bessemer-, Martin-, Fluß-, Gußstahl, Stahl; Ln, D, Dr, R, Pr = die Probe hat Längsnähte, Diagonallinien, Diagonalrisse, Risse, ist durch einen Prellschlag unbrauchbar geworden. Die hinter diese Zeichen geschriebene Zahl bedeutet, daß das Ereigniß bei dem betreffenden Schlage eintrat. u = die Probe ist aus irgend einem Grunde unmeßbar geworden. In den Fällen, wo beide Proben zu Bruch gingen (R und Dr) sind die Zahlen in Spalte ΣA fett gedruckt. Wenn bei beiden Proben kein Bruch erreicht worden ist, so sind diese Zahlen klein gedruckt.

Alle Versuche sind durchgeführt mit: Bär I; G = 56,25 kg; f = 1,0 m; A = 56,25 mkg; J = 1,7 ccm; a = 32,6 mkg/ccm.

Versuch Nr.	Materialzeichen	Festigkeitseigensch. σ_B kg/qmm	δ_{100} %	q %	oben: mittlere Höhe des Probestücks h_n in % unten: Unterschied $\Delta h_n \times 10^2$ bei den Versuchen a und b für den Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schlagzahl Σh_n	ΣA mkg/ccm	Bemerkungen
					A. Schienen.												
185	S 36 K 1 Ia	72,5	2,4	1,0	77,4	63,4	53,1								3	**98**	a u. b. Ln. R = 3.
					35	40	75								53		Bst
186	S 38 K 1 Ia	70,2	15,9	31,9	76,2	58,5	48,5	41,5	34,6						4,5	147	a. Pr = 5.
					80	0	0	80	—						—		b. Pr = 4. Bst
187	S 272 K 1 Ia	64,9	19,4	50,2	74,3	57,7	46,2	38,9	33,1						4,5	**147**	a u. b. Ln. a. R = 5.
					45	0	0	35	—						36		b. R = 4. St
188	S 159 K 2 IIa	62,9	20,5	50,3	74,1	57,4	45,4	36,8	31,0	26,8					6	196	a u. b. Ln. a. R = 5.
					45	75	35	40	0	40					27		b. D = 4. Bst
189	S 270 K 1 Ia	64,3	20,2	50,5	73,8	56,9	45,4	36,6	31,5			19,9	17,7	16,9	5	163	
					0	0	0	35	0			140	—	—	32		St
190	S 244 K 1 IIa	70,3	17,0	48,4	73,8	57,2	45,2	36,3	30,5	27,0	24,0	22,0	20,9	20,3	10,5	342	a. D = 5. Pr = 12.
					5	20	20	10	50	10	85	50	85	105	20		b. Dr = 9. Flst
191	S 228 K 1 IIa	64,1	21,1	53,1	73,7	56,9	45,6	37,8	32,0						5	**163**	a u. b. Dr = 5.
					35	35	60	40	u						32		Bst
192	S 261 K 1 IIa	61,0	22,4	52,5	73,6	57,2	44,8	36,7	30,5	26,7	23,2	22,0	21,7	20,9	8	261	a. Dr = 8. Pr = 10.
					10	20	20	50	50	45	85	50	—	—	22		b. D = 7. Pr = 8. St
193	S 245 K 1 IIa	67,3	14,9	44,6	73,4	55,6	43,7	36,0	30,1	26,7	23,9	22,0	20,9	20,2	9	293	
					25	20	55	25	10	45	10	30	—	—	21		Flst
194	S 53 K 1 Ia	54,1	3,2	1,9	73,3	58,3	46,7	39,0	34,1	30,2	26,4	u			6,5	212	a. Pr = 6. Dr = 7.
					30	20	20	20	u	—	—				28		b. Pr = 7. unbek.
195	S 269 K 1 Ia	63,7	18,8	39,2	73,1	56,6	43,8	35,8	30,8	27,3					6	196	
					0	35	0	40	0	40					27		St
196	S 37 K 1 Ia	62,7	21,7	37,0	73,1	55,8	43,8	35,4	30,0	26,2					6	196	
					0	40	0	0	0	0					26		Bst
197	S 155 K 1 Ia	61,1	20,9	51,8	73,1	56,2	44,2	35,8	30,4	26,6	24,2	21,9	21,2		9	293	
					0	0	40	40	40	35	40	40	35		21		Bst
198	S 226 K 1 Ia	65,6	19,3	21,6	73,0	56,1	45,0	37,0							4	130	a. Pr = 4.
					0	0	0	40							37		Bst
199	S 259 K 2 IIa	63,7	20,0	51,6	72,5	56,6	44,6	36,3	30,7	26,8	24,4	22,5			7,5	**245**	a. Dr = 6. R = 7.
					40	0	40	60	35	35	40	—			23		b. Ln. Dr = 8.
200	S 238 K 1 Ia	63,1	19,3	35,6	72,3	55,4	43,5	35,4	29,6						5	163	
					80	0	35	0	40						30		St
201	S 211 K 1 Ia	61,3	26,0	39,8	72,3	55,0	43,3								3	98	a u. b. Pr = 3.
					20	0	20								43		Gst
202	S 191 K 1 Ia	60,1	20,7	45,8	72,3	55,4	43,5	35,4	29,2	25,4	22,3	20,8	19,2	18,1	7,5	245	
					0	0	35	0	0	—	—	—	—	—	22		Bst
203	S 260 K 1 IIa	62,5	17,7	33,3	72,2	54,7	43,4	34,9	29,9	26,0	23,7	22,1			8	261	a. Pr = 8.
					75	35	80	80	40	40	35	40			22		b. Dr = 7. St
204	S 281 K 1 Ia	61,3	18,3	26,8	71,9	55,4	43,9	35,8	30,0	26,2					5	163	
					40	0	75	40	—	—					30		Bst
205	S 194 K 1 IIa	55,5	20,3	44,7	71,7	53,9	41,5	33,4	28,0	23,6	22,5				7	**228**	a u. b. 7 = R.
					40	40	35	75	75	120	75				23		a. Ln. Bst

Versuch Nr.	Materialzeichen	Festigkeitseigensch. σ_B kg/qmm	δ_{100} %	q %	oben: mittlere Höhe des Probestücks h_n in % unten: Unterschied $\Delta h_n \times 10^2$ bei den Versuchen a und b für den Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schlagzahl Σh_n	ΣA mkg/ccm	Bemerkungen
206	S 49 K 1 Ia	60,3	22,1	40,8	71,5	54,6	43,7	34,6	29,2	25,8	22,3				6,5	212	
					0	0	40	0	0	40	—				24		Bst
207	S 234 K 1 Ia	60,2	19,6	38,8	71,5	53,8	42,3	33,1	28,9	25,4					6	196	
					0	0	0	0	35	0					25		Flst
208	S 221 K 1 IIa	54,7	4,1	2,9	71,4	55,6	44,3	37,0							4	**130**	a u. b. = Dr.
					40	15	20	0							37		unbek.
209	S 51 K 1 Ia	57,3	22,8	46,8	71,2	54,2	42,3	34,2	29,2	24,6	22,3	20,8	19,2		6,5	212	a. Pr=8. b. Pr=3.
					35	40	80	40	—	—	—	—	—		23		Bst
210	S 203 K 1 Ia	57,3	23,3	42,4	71,2	53,7	41,8	33,8							4	130	a u. b. Pr = 4.
					0	0	40	0							34		unbek.
211	S 275 K 1 IIa	55,5	21,0	32,8	71,2	53,4	41,5	33,5	28,5	24,6	22,7	21,5			8	**261**	a u. b. Ln 4. Dr=5
					35	35	0	40	0	0	40	0			22		a. Pr = 8. b. Dr = 7. St.
212	S 163 K 1 Ia	56,5	21,3	32,8	71,2	53,4	41,5	33,5	27,7	24,6					6	196	
					35	35	0	35	0	0					25		St
213	S 24 K 1 IIa	55,5	23,1	46,9	71,0	53,5	41,1	32,6	27,6	23,7					6	196	a. Pr = 6.
					35	80	75	75	35	40					24		b. Dr = 6. Bst
214	S 33 K 1 Ia	54,1	19,6	29,3	70,8	53,1	40,4	32,7	27,3	24,6					5,5	179	
					0	0	40	40	40	—					26		Gst
215	S 34 K 1 Ia	54,1	23,0	30,3	70,8	52,7	40,4	32,3	27,3	24,6					5,5	179	
					0	40	40	80	40	—					26		Bst
216	S 232 K 1 Ia	50,5	25,5	52,7	70,8	52,3	40,0	31,9	26,9	23,1					5,5	179	
					0	0	0	40	—	—					25		Flst
217	S 30 K 1 Ia	58,9	22,6	43,0	70,6	53,7	42,1	34,8	29,2	u					5,5	179	a. Pr = 5.
					10	15	55	15	u						—		b. Pr = 2. Gst
218	S 32 K 1 Ia	56,0	7,6	5,7	70,5	54,3	42,6	34,5	29,5						5	163	
					0	0	0	40	0						30		Gst
219	S 25 K 1 IIa	51,0	21,1	39,8	70,5	52,4	41,1	33,0	27,2	24,2					6	**196**	a. Dr = 6.
					0	35	0	35	0	20					24		b. Dr = 4. Bst
220	S 186 K 1 Ia	59,7	20,0	36,0	70,4	53,5	41,9	33,8	28,9	24,6	22,9				6,5	212	
					40	35	40	0	35	0	—				24		Bst
221	S 52 K 1 Ia	50,5	27,4	49,2	70,4	51,9	39,2	31,5	25,8	23,1	20,0				7	228	
					40	40	0	0	40	0	0				20		unbek.
222	S 27 K 1 IIa	54,1	23,4	45,9	70,2	53,1	40,6	32,5	28,9	23,5	21,6	20,1			8	**261**	a u. b. Dr. = 6.
					15	0	55	15	100	50	10	10			20		Flst
223	S 265 K 1 Ia	57,3	13,1	20,7	70,2	51,5	41,9	34,3							4	**130**	a u. b. R=2 Ln=1.
					20	35	40	35							34		b. Ps = 2 Bst
224	S 31 K 1 Ia	56,5	16,4	17,2	70,0	53,2	41,2	33,1	28,1	23,8	21,6				7	228	
					0	10	35	0	40	0	75				22		Gst
225	S 231 K 1 Ia	55,6	20,6	44,1	70,0	53,1	40,8	32,7	27,7	23,8	21,5				5,5	179	
					80	75	75	40	—	—	—				26		Flst
226	S 223 K 1 IIa	51,3	0,0	3,8	69,8	53,1	42,2								3	**98**	a. R=3. b. Pks=2.
					25	5	15								42		Dr = 3 unbek.
227	S 26 K 1 IIa	51,1	17,8	28,9	69,8	52,7	40,3	32,4	27,1	22,5					5,5	**179**	a u. b. Ln. a. Dr=6.
					0	80	0	40	0						25		b. Dr = 4. R = 5. Bst
228	S 204 K 1 Ia	50,0	26,0	49,1	69,7	50,7	38,5								3	98	a. Pr = 3. b. R = 3.
					15	30	70								39		unbek.
229	S 242 K 1 IIa	51,9	7,0	5,8	69,2	51,9	40,4	32,7	27,7						4,5	**147**	a. Ln. Dr = 5. b. Ln
					0	40	40	40	—						—		= 2. R = 3. Flst
230	S 29 K 1 Ia	52,5	19,6	32,8	69,2	51,9	40,0	31,9	26,2						4,5	147	
					0	40	0	40	—						29		Gst
231	S 271 K 1 Ia	50,6	16,8	35,4	69,2	51,5	(41,9)	(31,5)							3,5	114	
					0	0	(270)	—							(37)		St
232	S 35 K 1 Ia	51,0	17,3	19,1	69,2	50,8	38,9	31,2							4	**130**	a u. b. Ln. a u. b.
					0	0	35	35							31		3 = R. 4 = Dr. Bst
233	S 243 K 1 IIa	51,0	22,8	47,5	69,1	50,6	39,0	31,3	25,5	22,3					5,5	**179**	a. 6 = Dr b. 5 = Dr.
					10	20	20	25	10	—					24		Flst
234	S 210 K 1 Ia	51,0	13,5	15,3	69,0	51,0	39,7	32,2							4	130	a. 4 = Dr. 3 = Pr.
					25	55	35	10							32		Gst
235	S 41 K 1 Ia	47,0	25,4	47,5	68,9	50,0	37,7	29,6	25,4						4,5	147	
					35	0	0	40	—						27		Bst

Versuch Nr.	Materialzeichen	Festigkeitseigenschaften σ_B kg/qmm	δ_{100} %	q %	oben: mittlere Höhe des Probestücks h_n in % unten: Unterschied $\Delta h_n \times 10^2$ bei den Versuchen a und b für den Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schlagzahl Σ	Σh_n	ΣA mkg/ccm	Bemerkungen
236	S 28 K 1 IIa	52,3	12,1	9,6	68,6	51,2	39,6	32,4							4	130	130	a u. b. Ln. 4 = Dr.
					40	0	0	40							32			Bst
237	S 40 K 1 Ia	48,6	27,5	53,8	68,5	50,0	37,7	29,6	24,6	21,5	19,6	18,5	18,1	18,1	10	326		
					0	0	0	40	0	0	40	0	40	40	18			Bst
238	S 43 K 1 Ia	45,4	26,3	53,8	68,5	49,8	37,7	29,6	24,2	22,3					5,5	179		a. 5 = Pr.
					0	20	0	40	40	—					23			b. 6 = Pr. Bst
239	S 162 K 1 Ia	48,7	21,3	50,0	68,1	49,6	38,1								3	98		a. 3 = Pr.
					40	40	40								38			St
240	S 39 K 1 Ia	45,4	28,0	55,1	68,1	49,2	36,9	29,2	24,2	20,8	18,9	18,5	17,7		8	261		
					40	0	0	0	40	75	35	—	—		19			Bst
241	S 192 K 1 Ia	47,0	0,0	?	67,7	50,4	39,6	32,3							4	130		
					0	40	40	80							32			Bst
242	S 157 K 2 Ia	52,2	15,6	31,2	67,3	49,6	38,1	30,8							3,5	114		
					40	40	40	—							35			Bst
243	S 205 K 1 Ia	47,3	23,0	41,3	67,2	49,3	38,2								3	98		a. 3 = Pr u. Dr.
					0	0	75								38			b. 3 = Pr. Gst
244	S 50 K 1 Ia	46,2	20,2	31,2	66,5	48,5	36,6	28,7							4	130		
					40	0	35	15							29			Bst
245	S 161 K 1 Ia	43,4	28,4	58,5	66,4	47,5	35,4	28,8	23,0	21,5					5,5	179		
					25	20	0	105	70	—					22			St
246	S 207 K 1 IIa	42,6	4,4	5,7	66,2	48,5	36,9	30,4	26,6						5	163		a u. b. 4 = Pr.
					0	0	0	40	35						27			unbek.
247	S 42 K 1 Ia	42,2	30,9	57,6	65,8	45,8	34,2	26,9	22,6	19,2	17,7	16,9	16,9	16,2	8	261		
					40	40	40	0	30	0	—	—	—	—	17			Bst
248	S 225 K 1 Ia	41,8	—	38,8	62,8	44,5	33,6								3	98		a. 2 = R. 3 = Pr.
					20	15	5								34			b. 3 = Pr u. R. unbek.
Summe der Abweichung. v. Mittel					1385	1355	1770	1830	930	635	570	220	160	145				
Zahl der Fälle n					64	64	63	54	34	23	13	7	3	2				
Mittlere Abweichung					**21,7**	**21,2**	**28,2**	**33,8**	**27,4**	**27,6**	**43,7**	**31,4**	**53,3**	**72,5**				
Größte Abweichung in n Fällen .					80	80	80	105	100	120	85	50	85	105				
							64	57	46	36	20	14	9	6				

B. Lokomotiv-Radreifen.

												(32,5)	(31,7)	(31,3)			
												—	—	—			
249	L 36 L 1 Ia	72,5	19,9	39,2	(79,0)	(63,5)	(53,2)	(46,3)	(41,5)	(38,1)	(35,4)	(36,6)	(34,7)	(33,1)	—	—	a. 13 = Dr. b. 7 = Dr. Mst
					(80)	(100)	(145)	(220)	(285)	(315)	(325)	—	—	—			
250	L 64 S 1 IIa	76,4	14,0	29,3	75,2	60,5	49,1	41,8	35,7	31,8	28,7				5	163	a. 3 = Dr.
					0	0	(130)	—	—	—	—				36		b. 7 = Dr. Gst
251	L 30 S 1 IIa	68,7	20,8	46,3	75,2	58,6	46,9	38,8	32,5	28,3					6	196	a. 5 u. 6 = Dr.
					0	35	40	0	10	40					28		b. 6 = Dr. Bst
252	L 18 L 1 Ia	75,0	16,6	29,1	74,8	58,8	48,2					22,5	22,1	22,1	3	98	a u. b. 3 = Pr.
					0	0	0					—	—	—	48		Gst
253	L 20 L 1 IIa	70,	19,9	45,2	74,4	58,0	46,6	38,2	33,6	29,4	26,4	25,2	23,3	22,9	10	326	a. 8 = Dr (klein).
					40	0	0	0	u	—	—	—	—	—	23		a u. b. Die letzten Schläge ohne Pr.
254	L 24 S 1 Ia	68,8	20,4	40,3	74,4	58,3	47,1	39,5	33,7	30,7					6	196	a. 6 ohne Pr. [Bst
					35	20	20	25	10	10					31		b. 6 = Pr. Gst
									27,5	27,5	27,5	26,7	26,7	25,9			
									—	—	—	—	—	—			
255	L 26 S 1 Ia	68,0	13,8	25,6	74,3	57,8	46,8	39,6	36,2	33,9	32,1	30,5	29,0	29,0	5	163	a. 3 = R.
					45	20	55	15	55	55	—	—	—	—	36		b. 7 = R. Gst
										23,7	23,0	23,0	22,2	22,2			
										—	—	—	—	—			
256	L 35 L 1 IIa	74,0	20,4	54,5	74,2	58,0	46,8	38,9	33,2	29,3	26,7	24,5	23,7	23,7	11,5	375	a. 10 = D.
					55	20	0	20	15	55	15	0	—	—	23		b. 8 = Pr. Bst
257	L 59 S 1 IIa	73,2	18,2	50,3	74,1	58,2	46,1	38,4	32,2	28,3	u				4	130	a 2=R. 5=R tief.
					45	0	40	40	40	40	—				28		b. 6 = R. Gst
258	L 34 L 1 IIa	67,7	22,6	49,7	73,7	57,3	45,7	37,4							4	130	a. 3 = Pr.
					40	0	15	0							37		b. Bst

Anmerkung zu Nr. 249: Bei der Versuchsausführung ist versehentlich $f = 0{,}9$ m genommen worden. Aus dem Protokoll kann aber nicht mehr festgestellt werden, ob sich dies Versehen auf beide Körper erstreckte.

Versuch Nr.	Materialzeichen	Festigkeitseigensch. σ_B kg/qmm	δ_{100} %	q %	oben: mittlere Höhe des Probestücks h_n in % unten: Unterschied $\Delta h_n \times 10^2$ bei den Versuchen a und b für den Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schlagzahl Σh_n	ΣA mkg/ccm	Bemerkungen
259	L 19 L 1	66,9	18,1	37,6	73,6	57,2	45,4	37,8							4	130	a u. b. 3 u. 4 = Pr.
	Ia				10	15	0	5							38		Gst
260	L 13 L 1	72,6	20,1	36,6	73,5	57,3	46,6	39,3							4	130	a u. b. 4 = Pr.
	IIa				20	5	0	40							39		Gst
261	L 22 L 1	62,1	23,0	45,2	73,5	56,3	44,6								3	98	a. b. 3 = Pr.
	IIa				15	10	25								45		Bst
262	L 7 S 1	66,9	18,2	37,6	73,2	57,2	46,1	38,1	33,8	30,5					6	196	a. 5=Pr. b. 6=Pr.
	Ia				15	15	50	10	25	10					31		Flst
263	L 8 S 1	63,1	14,6	37,2	73,2	56,6	45,2	37,7							4	130	a. 4=Pr. b. 1=Pr.
	Ia				25	5	20	10							38		Flst
264	L 1 S 1	63,7	17,9	33,4	72,0	56,0	44,7	37,4	33,2	30,6					6	196	a. 6=Pr. b. 4=Pr.
	Ia				20	15	40	0	0	0					31		6 = Dr. Flst
265	L 57 S 1	62,1	20,4	42,4	71,9	55,1	43,1	34,7	29,3	25,8	24,6				6,5	**212**	a. 7 = Pr u. Dr.
	Ia				40	35	0	75	75	40	—				25		b. 6 = Dr. Mst
266	L 40 L 1	62,1	17,7	45,2	71,8	55,3	43,6	36,1	31,3	27,7	25,4				6,5	**212**	a. 7 = Pr u. Dr.
	IIa				50	10	55	10	20	5	—				27		b. 6 = Dr. Flst
					26,7	26,7	25,9	25,9	25,6	25,2	24,4	unverändert					
					0	—	—	—	—	—	—						
267	L 4 S 1	52,1	6,0	4,7	71,8	55,0	44,3	36,5	32,7	30,2	29,0	27,7	27,1	26,7	15,5	505	a u. b v. 4 an
	Ia				0	0	80	55	55	40	0	20	40	0	25		ohne P. a. 5 = R fein Flst
268	L 41 L 1	58,9	19,8	45,9	71,0	53,6	42,1	34,5	29,5	26,1	23,7				5,5	179	a. 7 = Dr.
	Ia				35	5	10	0	—	—	—				28		b. 4 = Pr. Flst
269	L 58 S 1	62,3	16,5	42,9	70,3	54,1	42,5	35,6	30,1	26,7					6	**196**	a u. b. 6 = Dr.
	Ia				30	25	20	15	10	25					27		Gst
270	L 67 S 1	57,0	22,6	41,9	70,2	52,7	40,7	33,0	u						4	130	a u. b. 4 = Pr.
	IIa				40	0	40	35	—						33		Flst
Summe der Abweichung. v. Mittel					560	235	510	320	315	320	15	20	40	0			
Zahl der Fälle n					21	21	21	18	12	11	2	2	1	1			
Mittlere Abweichung					**26,7**	**11,2**	**25,5**	**17,8**	**28,6**	**29,0**	**7,5**	**10,0**	**40,0**	**0**			
Größte Abweichung in n Fällen.					45	35	80	75	75	55	15	20	40	0			

C. Tender-Radreifen.

271	T 17 L 1	73,2	19,6	36,6	74,4	58,8	47,4	39,2	34,2	30,2	27,9	25,9	24,4	23,9	5	**163**	a u. b. 5 = Dr.
	Ia				20	5	10	10	10	—	—	—	—	—	34		Flst
					24,1	24,1	23,7	23,3	23,3	23,3	22,9	22,9	22,9	22,9			
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
272	T 18 L 1	68,5	20,6	41,4	73,8	56,9	45,4	38,0	33,0	28,6					6	**196**	a u. b. 6 = Dr.
	Ia				5	5	40	25	15	10					29		Flst
273	T 23 S 1	68,0	14,1	30,0	72,9	56,6	45,0	36,8	31,8	28,7					6	**196**	a u. b. 6 = Dr.
	Ia				0	0	0	40	u	u					29		Gst
274	T 20 S 1	60,3	20,4	40,8	71,7	54,7	43,1	34,9	29,5	26,4	23,3				6,5	**212**	a. 7 = Dr.
	IIa				40	35	35	0	0	0	—				25		b. 6 = Dr. Bst
275	T 19 S 1	57,1	22,7	54,7	71,7	54,3	42,3	34,1	29,1	25,2	23,3	20,9			7	228	a. 8 = Dr.
	IIa				40	75	45	80	40	40	—	—			23		b. 6 = Pr. Flst
												22,9	22,9	22,9			
												—	—	—			
276	T 1 L 1	56,3	6,1	4,8	71,6	55,4	43,9	37,0	31,7	28,7	25,9	24,4	23,7	22,9	9,5	310	a. 6 = Pr. b. ab 5
	IIa				20	40	40	40	40	35	—	—	—	—	23		ohne P. Bst
277	T 2 L 1	50,0	3,8	3,8	71,4	54,7	43,6								3	98	a. u. b. 3 = Pr.
	Ia				5	10	10								44		Gst
278	T 21 S 1	53,9	20,2	47,6	69,5	52,1	40,2	32,5	26,7	23,3					5,5	**179**	a. 3 = R klein.
	IIa				50	20	15	15	45	—					25		b. 6 = Dr. Bst
279	T 6 S 1	47,8	26,4	62,7	67,9	49,4	38,0	30,7	26,8						5	163	a. 5 = Pr.
	Ia				15	20	25	10	10						27		b. 5 ohne P. Mst
280	T 16 L 2	32,2	7,3	21,9	63,6	44,2	33,0								3	**98**	a u. b. 1 =
	IIa				75	80	40	u							33		schwache R. Flst
Summe der Abweichung. v. Mittel					270	290	260	220	160	85	—	—	—	—			
Zahl der Fälle n					10	10	10	8	7	4							
Mittlere Abweichung					**27,0**	**29,9**	**26,0**	**25,0**	**22,6**	**21,2**							
Größte Abweichung in n Fällen .					75	80	45	80	45	40							

Versuch Nr.	Materialzeichen	Festigkeitseigensch. σ_B kg/qmm	δ_{100} %	q %	oben: mittlere Höhe des Probestücks h_n in % unten: Unterschied $\Delta h_n \times 10^2$ bei den Versuchen a und b für den Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Schlagzahl Σ h_n	ΣA mkg/ccm	Bemerkungen
					D. Wagen-Radreifen.												
281	W 21 S 1	78,0	6,1	3,8	76,0	60,1	49,2	41,8	36,1	31,8					6	196	a. 6 = fein Dr.
	IIa				0	40	40	—	45	0					32		b = 6 = Pr. Gst
282	W 20 S 1	76,4	18,4	39,8	75,3	59,2	48,1	40,2	34,9	30,7					6	**196**	a u b. 6 = Dr.
	IIa				20	20	20	40	35	5					31		Bst
283	W 64 S 1	60,5	20,6	45,9	73,8	56,4	44,4	35,9	29,7	26,3	24,0				6,5	**212**	a u. b. 6 = Dr.
	Ia				65	20	20	50	50	10	—				26		Bst
284	W 17 S 1	65,3	24,1	54,5	73,5	56,9	45,6	37,8	32,4	28,8	26,1	24,9	23,6	23,6	9	**293**	a. 8=Dr. b. 9=Dr.
	IIa				5	30	25	45	45	25	20	45	—	—	24		Bst
285	W 4 L 1	57,9	24,9	52,6	73,5	56,3	44,4	37,5	33,7	31,0	29,1	28,4	26,8	26,1	8	261	a. 10 = Pr.
	IIa				15	25	10	70	5	35	—	—	—	—	28		b. 4 = Pr. Bst
286	W 63 S 1	67,5	21,5	40,2	73,4	57,1	46,1	37,9	31,3	26,9					5,5	**179**	a. 6=Dr. b.5=Dr.
	Ia				45	55	110	65	50	—					29		Bst
287	W 23 L 1	63,1	23,0	49,2	73,0	55,5	43,5	35,3	30,2	27,9	24,0				6,5	**212**	a. 6=Dr. b.7=Dr.
	Ia				0	20	0	20	45	20	—				26		Flst
288	W 5 L 1	63,9	24,3	53,6	72,8	55,8	43,9	35,9	30,7	26,8	23,4	21,8	21,5		6,5	**212**	a. 4=R. b. 9=Dr.
	IIa				0	20	20	15	—	—	—	—	—		25		Bst
289	W 24 L 1	—	—	—	72,5	56,2	44,5	36,4							4	130	a. 4 = Pr.
					60	5	15	20							36		
290	W 45 S 1	54,7	16,2	19,0	72,5	53,5	37,6	34,4	28,7	Anmerkung zu Nr. 292. Unregelmäßigkeiten beim					4,5	147	a. 5=Dr. b. 4=Pr.
	IIa				(270)	(155)	(270)	75	—	Versuch oder Fehlstellen					32		Flst
291	W 8 S 1	60,5	21,6	43,6	72,0	54,6	42,8	34,8	29,8	können nicht nachgewiesen					4,5	**147**	a. 2=R. b. 5=Dr.
	IIa				20	40	0	0	—	werden.					32		Flst
292	W 39 L 1	55,7	27,5	47,5	72,0	54,0	42,5	34,7	29,5	26,4	24,3	22,9	22,1	22,1	8	261	a. 5 = Dr.
	IIa				80	60	45	25	5	30	—	—	—	—	23		Gst
293	W 26 S 1	53,9	24,0	40,8	71,2	53,1	41,2	33,5	27,7	u					4,5	**147**	a. Ln 4 = R.
	IIa				35	80	35	35	—	—			21,4	21,4	31		b. 1 = R. Bst
294	W 52 S 1	55,5	18,1	33,1	71,1	53,7	41,3	33,6	27,3	24,7	22,0	20,5	20,9	u	9	**293**	a. Ln. 5 = Dr.
	Ia				25	15	20	25	40	10	30	45	—	—	21		b. 5 = Dr. Bst
295	W 6 S 1	57,3	24,6	55,7	70,7	53,3	41,6	34,0	29,0	25,2	23,7	22,1	21,7	21,4	8	261	a. 12 = Dr.
	IIa				35	55	40	40	—	—	—	—	—	—	22		b. 3 = Pr. Bst
296	W 65 S 1	55,5	22,0	40,8	70,3	52,5	41,0	32,9	27,4	23,9	21,7	20,2	u		7	**228**	a. 8 = Dr.
	Ia				25	20	15	25	30	10	u				22		b. Ln. 4 = Dr. Bst
297	W 47 S 1	49,8	6,0	4,8	70,2	52,3	41,5	33,4	28,3						5	163	b. 5 = Dr.
	IIa				35	40	40	75	40						28		Flst
298	W 7 L 1	53,1	8,3	7,5	69,8	52,7	41,2	34,5	30,7	29,7					6	**196**	a. 6 = Dr.
	IIa				105	75	35	10	10	30					30		Flst
299	W 42 S 1	50,6	24,0	55,3	69,5	51,0	39,4	31,7	26,2	22,3					5	163	a. 6=Dr. b. 4=Pr.
	IIa				50	55	60	15	—	—					26		a u. b. grob
300	W 28 S 1	54,1	21,5	53,2	69,5	51,4	39,9	32,5	27,5	24,0	22,3	21,0			7,5	**245**	krispelig. Flst
	Ia				75	95	60	35	0	0	25	—			22		d. 8=Dr. b. 7=Pr
301	W 16 S 1	55,7	22,8	58,3	69,4	51,9	40,3	32,6	27,5	23,7	21,7	20,2	u		8	**261**	u. Dr. Mst
	IIa				40	0	0	0	40	35	80	0	u		20		a u. b, 9 = Dr.
302	W 30 S 1	54,9	20,3	48,1	69,2	51,5	40,4	32,7	27,4	24,3					4,5	147	Bst
	Ia				35	50	10	—	—	—					30		a. 8=Pr. b. 6=Dr.
303	W 49 S 1	47,8	24,3	56,4	68,3	50,2	38,6	32,8	26,2	21,5	20,0	19,2			6	196	Mst
	Ia				90	60	60	(260)	u	—	—	—			22		a. 8=Dr. b. 4=Pr.
304	W 68 S 1	46,9	10,7	3,8	68,1	50,0	37,7	30,0							4	130	Bst
	IIa				110	80	80	80							30		a u. b. 4 = Pr.
305	W 38 L 1	49,7	0,0	7,6	67,6	49,6	38,8	31,5							4	**130**	Gst
	IIa				40	40	55	20							32		a u. b. 3 = Pr.
306	W 40 L 1	47,3	16,5	38,2	67,4	48,3									2	**65**	4 = Dr. Bst
	IIa				5	20									48		a u. b. 2 = R.
307	W 41 S 1	43,8	11,1	10,5	66,9	48,5	36,2	28,5	23,8						5	163	sehr krispelig. Gst
	IIa				0	0	0	0	u						24		a u. b. 5 = Pr.
308	W 11 L 1	38,6	25,0	43,1	65,8	47,4	35,6								3	98	Flst
	IIa				10	10	5								36		a u. b. 3 = Pr.
309	W 12 L 1	31,1	8,1	19,7	63,3										1	33	krispelig. Flst
	IIa				5										63		Fehlstellen. Flst
Summe der Abweichung. v. Mittel					1030	1030	820	785	440	210	155	90					
Zahl der Fälle n					28	27	26	23	14	12	4	3					
Mittlere Abweichung					**36,7**	**38,2**	**31,5**	**34,2**	**31,3**	**17,5**	**38,7**	**30,0**					
Größte Abweichung in n Fällen					110	80	110	80	50	35	80	45					

Hier soll auf die weitere Benutzung des in Tabelle 14 niedergelegten Versuchsmateriales nicht eingegangen werden, um dem später zu erörternden nicht vorzugreifen; ich will es aber nicht unterlassen schon jetzt darauf aufmerksam zu machen, daß sich an der Hand des Vergleiches mit dem im „Bericht über die Untersuchungen mit Eisenbahnmaterial" (Ergänzungsheft II 1890) niedergelegten Beobachtungsmaterial werthvolle Beweise für die Brauchbarkeit der Stauchversuche für die Materialbeurtheilung gewinnen lassen würden. Man hätte z. B. die Anordnung des Stoffes auch nach den Gruppen I und II getrennt vornehmen oder nach der chemischen Zusammensetzung bewirken können. Auch ein Vergleich, ähnlich wie er später in Bezug auf andere Materialien durchgeführt werden wird, ein Vergleich nämlich der Formänderungsarbeiten bei Festigkeits- und Stauchversuchen würde gewiß nützlichen Aufschluß geben, indessen erschien es mir fraglich, ob ich angesichts der oben beschriebenen Umstände bei der Probenentnahme die erhebliche Rechnenarbeit aufwenden sollte, die die Feststellung der Arbeitsleistungen für die Formänderungen während des Versuches machen würde.

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse von Stauchversuchen mit Normalkörpern 30 aus Flußeisen mitgetheilt. Tabelle 16 enthält die Ergebnisse gleicher Versuche mit Schweißeisen. Diese Versuche wurden bei Gelegenheit einer Untersuchung über den Einfluß des Beizens und Rostens auf die Festigkeitseigenschaften von Eisen ausgeführt, die auf Anregung von Professor Ledebur unternommen wurden, vergl. den Bericht in „Mittheilungen" Ergänzungsheft I 1890. In Tabelle 15 sind die in dem Berichte benutzten Probenzeichen angeführt, so daß auch hier dem Leser das Zurückgreifen ermöglicht ist. Die Tabelle ist im Uebrigen ähnlich so eingerichtet wie Tabelle 14, nur sind in den Spalten 2 bis 4 die Abweichungen der Probekörper von den Normalformen und ihr Körperinhalt angegeben, um für die später anzustellenden Vergleiche die erforderlichen Unterlagen zu gewähren. Die Druckfestigkeit des Materiales wird ebenfalls später noch mitgetheilt werden. Hier sei nur kurz bemerkt, daß alle Probekörper zu je einer der beiden Tabellen aus gleichem Material hergestellt waren und nur in Bezug auf die Behandlung, welche sie vor dem Versuch erfuhren, sich unterschieden, und zwar sind die Körper für Reihe 313 und 318 trocken und die Körper 310 und 319 im Freien aufbewahrt, die Körper 311 und 317 sind verzinkt und trocken, 317 und 316 verzinkt und im Freien aufbewahrt, während die Körper 314 und 321 unmittelbar vor dem Versuch gebeizt, 315 und 320 aber gebeizt und dann trocken aufbewahrt wurden. Durch diese Behandlungsweisen sind geringe Veränderungen mit den Materialien vorgegangen, so daß kleine Unterschiede in den Reihen zu finden sind, wenn sie auch nicht ausgesprochen gesetzmäßig hervortreten. Der Vergleich der Zugfestigkeitseigenschaften mit dem Verhalten der Körper beim Stauchversuch ist aus diesem Grunde unterlassen. Ueber die Druckfestigkeit wird später zu reden sein.

Tabelle 17 enthält die Ergebnisse von Stauchversuchen mit würfelförmigen Normalkörpern aus Gußeisen, die den früher bereits angeführten Versuchsreihen für das Königliche Hüttenamt zu Gleiwitz entnommen sind; die ausführliche Mittheilung aller Versuche findet sich in der früher (S. 29) angeführten Schrift — Jüngst „Schmelzversuche mit Ferrosilicium" —, auf welche auch die in Tabelle 17, Spalte 1 angegebenen eingeklammerten Zahlen verweisen. Die Anordnung der Tabelle entspricht den für Tabelle 14 bis 16 bereits befolgten Grundsätzen. Nur sind die Versuchsreihen keiner bestimmten Ordnung unterzogen, weil die gefundenen Unterschiede so klein waren, daß man glaubte, die Tabelle lieber dem bequemeren Druck anpassen zu sollen. Es ist übrigens in Figur 21 der Versuch gemacht, einen Ueberblick über den Zusammenhang zwischen dem Verhalten beim Zug

Tabelle 15.

Stauchversuche mit Normalkörpern 30 aus Flußeisen.

(Vergl. „Mittheilungen" Ergänzungsheft I 1890. Die eingeklammerten Zahlen in Spalte 1 beziehen sich auf diese Veröffentlichung.)

Alle Versuche sind mit Bär I, $G = 56{,}7$ kg; $f = 1{,}0$ m; $A = 56{,}7$ mkg; $d = h = 30$ mm (in den Spalten h und d sind nur die Abweichungen vom Normalmaß in Zehntel-Millimetern angegeben); $J = 21{,}5$ ccm; $a = 2{,}64$ mkg/ccm ausgeführt.

Versuch Nr.	Abweichung von h $^1/_{10}$mm	Abweichung von d $^1/_{10}$mm	J ccm	Höhen h_n in % und Δh_n in % . 10^2 nach dem Schlage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlagzahl	Be-
310		Mittel		**96,23**	**92,47**	**89,70**	**87,00**	**84,70**	**82,70**	**80,60**	**78,70**	**77,10**	**75,50**	**74,25**	**72,95**	**71,40**	**70,80**	**13**	
(70) a.	4	1	21,6	+ 7	− 7	0	0	0	0	+10	0*	0	−10	−15	−15	0	0	13	* Fl
(76) b.	4	1	21,6	+47	+53	0	0	0	0	+10	0	0	+20	+15	+15*	0	0	16	* Fl
(82) c.	4	1	21,6	−53	−47	0	0	0	0	−20	0*	0	−10					10	* Fl
	mittl. Abweichung			36	36	0	0	0	0	13	0	0	13	15	15	0	0		
311		Mittel		**95,90**	**92,30**	**89,40**	**86,40**	**84,30**	**82,30**	**80,53**	**78,53**	**77,13**	**75,87**	**74,87**	**73,67**	**72,60**	**71,10**	**13**	
(71) a.	2	1	21,5	−20	−20	0	0	−20	−20	− 3	− 3	+ 7	− 7*	− 7	−17	—	0	12	* Fl
(77) b.	1	1	21,4	+10	+10	0	0	+10	+10	+17	+17	− 3	+23	+53	+43	+20	0	14	
(83) c.	1	0	21,3	+10	+10	0	0	+10	+10	−13	−13	− 3	−17	−47	−27	−20	0	14	
	mittl. Abweichung			13	13	0	0	13	13	11	11	4	16	38	29	20	0		
312		Mittel		**95,60**	**92,00**	**89,10**	**86,10**	**84,40**	**82,50**	**80,50**	**78,37**	**76,80**	**75,20**	**73,60**	**72,70**	**71,30**	**70,05**	**14**	
(72) a.	2	1	21,5	+10	0	0	0	0	0	0	+13	0	0	+20	+10	−10	−15*	14	* Fl
(78) b.	2	1	21,5	+10	0	0	0	0	0	0	+13	0	0	−10	+10	−10	+15	15	
(84) c.	2	0	21,3	−20	0	0	0	0	0	0	−27	0	0	−10	−20	+20*		13	* Fl
	mittl. Abweichung			13	0	0	0	0	0	0	18	0	0	13	13	13	10		
313		Mittel		**95,40**	**91,60**	**88,70**	**86,10**	**83,67**	**81,70**	**80,03**	**78,23**	**76,73**	**75,50**	**73,80**	**72,50**	**71,35**	**68,90**	**12**	
(67) a.	2	0	21,3	0	+10	0	0	+13	−20*	−23	−43	−23	—	—	—	—	0	9	* Bl
(73) b.	2	2	21,6	0	−20	0	0*	+13	+40	+77	+87	+77	+70	+100	+100	+115	0	14	*
(79) c.	2	1	21,5	0	+10	0	0	−27	−20*	−53	−43	−53	−70	−100	−100	−115	0	14	*
	mittl. Abweichung			0	13	0	0	18	27	51	58	51	47	67	67	77	0		
314		Mittel		**95,43**	**91,70**	**88,60**	**85,90**	**83,60**	**81,50**	**79,50**	**77,73**	**76,07**	**74,53**	**73,10**	**71,63**	**70,43**	**69,23**		
(68) a.	1	2	21,6	+27	0	+10	+10	+10	+20	+20	+37	+33	+57	+30	+47	+37	+57	Berechnung siehe unten	
(74) b.	1	1	21,4	−13	0	+10	+10	+10	+20	−10	− 3	+ 3	−13	0	−23	− 3	−13		
(80) c.	1	1	21,4	−13	0	−20	−20	−20	−40	−10	−33	−37	−43	−30	−23	−33	−43		
	mittl. Abweichung			18	0	13	13	13	27	13	24	24	38	20	31	24	38		
315		Mittel		**95,20**	**91,90**	**88,90**	**86,30**	**84,00**	**82,00**	**80,00**	**78,33**	**76,63**	**75,20**	**73,80**	**72,60**	**71,25**	**69,95**	**13**	
(51) a.	1	1	21,4	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+ 7	+ 7	+20	+30	+20	+15	+15*	14	
(75) b.	1	0	21,3	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+ 7	+ 7	+20	0	−20	−15	−15	15	
(81) c.	2	0	21,3	−20	−20	−20	−20	−20	−20	−20	−13	−13*	−40	−30				11	* F
	mittl. Abweichung			13	13	13	13	13	13	13	9	9	27	20	20	15	15		
Mittlere Abweichung aus allen Versuchen . .				**15,5**	**12,5**	**4,3**	**4,3**	**9,5**	**15,0**	**16,8**	**20,0**	**14,9**	**22,1**	**27,3**	**29,2**	**27,3**	**10,9**		

Fortsetzung zu Nr. 314.

Schlag	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Sch
Mittel	**67,87**	**66,87**	**65,87**	**64,90**	**63,93**	**63,03**	**62,23**	**61,43**	**60,83**	**60,03**	**59,40**	**58,83**	**58,13**	**57,57**	**57,13**	**56,57**	**56,15**	**55,83**	
a.	+53	+53	+53	+50	+57	+47	+57	+67	+67	+77	+60	+67	+67	+53	+67	+53	+67	+67	
b.	− 7	− 7	− 7	−10	−13	−23	−13	−33	−33	−23	−30	−33	−33	− 7	−33	−47	−33	−33	
c.	−47	−47	−47	−40	−43	−23	−43	−33	−33	−53	−30	−33	−33	−47	−33	− 7	−33	−33	
	36	36	36	33	38	31	38	44	44	51	40	44	44	36	44	36	44	44	

Tabelle 16.

Stauchversuche mit Normalkörpern 30 aus Schweißeisen.

(Vergl. „Mittheilungen" Ergänzungsheft I 1890. Die eingeklammerten Zahlen in Spalte 1 beziehen sich auf diese Veröffentlichung.)

Alle Versuche sind mit Bär I; G = 56,7 kg; f = 1,0 m; A = 56,7 mkg; d = h = 30 mm (in den Spalten h und d sind nur die Abweichungen vom Normalmaß in Zehntel-Millimetern angegeben); J = 21,5 ccm; a = 2,64 mkg/ccm ausgeführt.

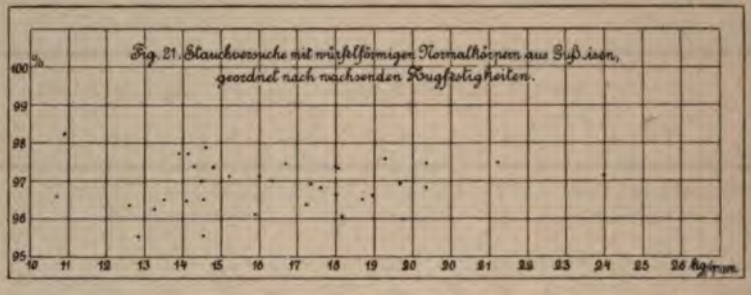
Versuch Nr.	Abweichung von h $^1/_{10}$mm	Abweichung von d $^1/_{10}$mm	J ccm	Höhen h_n in % und Δh_n in % × 10^2 nach dem Schlage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlagzahl	Bemerk.
316			Mittel	**96,80**	**93,50**	**90,50**	**87,40**	**84,97**	**82,77**	**80,63**	**78,77**	**77,23**	**75,37**	**73,37**	**72,35**			**12**	
(36) a.	2	1	21,5	+10	+10	+10	−40	−43	−33	−47	−33	−27	−43	−43	−15			14	
(42) b.	2	1	21,5	+10	+10	−20	0	−13	−33	−47	− 3	−27	−13	−13	+15			12	
(48) c.	1	1	21,4	−20	−20	+10	+40	+57	+67	+93	+37	+53	+57	+57				11	
	mittl. Abweichung			13	13	13	27	34	44	62	24	39	38	38	15				
317			Mittel	**96,50**	**92,97**	**90,40**	**87,43**	**85,10**	**83,10**	**81,25**	**79,10**	**77,25**	**75,45**					**9**	
(35) a.	1	1	21,4	−20	−43	−30	−27	−30	−30	−15	−30	−45	−25					10	
(41) b.	2	2	21,6	+10	+17	0	− 7	0	+30	+15	+30	+45	+25					12	
(47) c.	2	1	21,5	+10	+17	+30	+33	+30										5	
	mittl. Abweichung			13	29	20	22	20	30	15	30	45	25						
318			Mittel	**96,43**	**92,93**	**90,03**	**87,23**	**84,70**	**82,40**	**80,50**	**79,00**	**77,35**	**75,85**	**74,00**				**12**	
(2) a.	0	1	21,3	+13	+ 23	− 3	− 7	− 40	+ 40	+ 20	+ 70	+ 65	+ 85	+ 70				19	
(8) b.	0	1	21,3	−87	−107	+ 97	−107	−130	−130	−120	−70	−65	−85	−70				11	
(14) c.	2	2	21,6	+73	+ 83	−93	+113	+ 90	+ 90	+100		*						7	
	mittl. Abweichung			58	71	64	78	87	87	80	70	65	85	70					
319			Mittel	**96,40**	**92,70**	**89,63**	**87,00**	**84,63**	**82,33**	**80,23**	**78,57**	**76,83**	**75,13**	**73,63**	**72,40**	**70,70**	**69,20**	**13**	
(1) a.	2	2	21,6	0	−30	−47	−40	−47	−47	−57	−53	−67	−67	−57	−40			12	
(7) b.	2	1	21,5	0	0	+23	+20	+23	+23	+13	+ 7	+33	+33	+13	+20	−20	0	14	
(13) c.	2	2	21,6	0	+30	+23	+20	+23	+23	+43	+47	+33	+33	+43	+20	+20	0	14	
	mittl. Abweichung			0	20	31	27	31	31	38	36	44	44	38	27	20	0		
320			Mittel	**96,00**	**92,97**	**89,93**	**87,00**	**84,63**	**82,33**	**80,33**	**78,33**	**76,40**	**74,83**	**73,27**	**71,87**	**70,53**		**13**	
(3) a.	2	1	21,5	0	+27	+23	+20	+23	+23	+23	+23	+20	+33	+47	+37	+33		13	
(9) b.	2	1	21,5	0	−43	−47	−40	−47	−47	−47	−47	−40	−67	−53	−33	−37		14	
(15) c.	2	1	21,5	0	+17	+23	+20	+23	+23	+23	+23	+20	+33	+ 7	− 3	+ 3		13	
	mittl. Abweichung			0	29	31	27	31	31	31	31	27	44	36	24	24			
321			Mittel	**95,80**	**92,20**	**89,07**	**86,43**	**84,00**	**81,80**	**79,70**	**77,90**	**76,53**	**74,30**	**72,30**	**71,30**	**69,73**	**68,60**		
(5) a.	2	1	21,5	+10	+10	+37	+33	+20	+30	+20	+10	(−67)	+10	+10	+10	+23	+10		Fortsetzung siehe unten
(11) b.	2	1	21,5	−20	−20	−33	−37	−40	−30	−40	−20	(+33)	−20	−20	−20	−47	−20		
(17) c.	2	1	21,5	+10	+10	− 3	+ 3	+20	0	+20	+10	(+33)	+10	+10	+10	+23	+10		
	mittl. Abweichung			13	13	24	24	27	30	27	13	(44)	13	13	13	31	13		
Mittlere Abweichung aus allen Versuchen . .				**16,2**	**29,2**	**30,5**	**34,2**	**38,3**	**42,8**	**43,8**	**32,0**	**42,3**	**35,5**	**36,8**	**20,1**	**25,7**	**5,0**		

Fortsetzung zu Nr. 321.

Schlag Nr.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Schlagzahl
Mittel	**67,30**	**66,10**	**64,90**	**63,90**	**62,83**	**61,90**	**60,90**	**60,17**	**59,33**	**58,53**	**57,70**	**57,10**	**56,50**	**55,87**	**28**
a.	+10	−10	0	0	+13	0	0	+27	+23	+13	+10	+10	+20	+27	28
b.	−20	−10	0	0	− 7	0	0	−13	+ 3	− 7	+10	+10	−10	−13	28
c.	+10	+20	0	0	− 7	0	0	−13	−27	− 7	−20	−20	−10	−13	28
	13	13	0	0	9	0	0	18	18	9	13	13	13	18	

und beim Stauchversuch zu gewinnen. Figur 21 enthält die Formänderungen beim ers[te] Schlage geordnet nach wachsenden Festigkeiten. Man erkennt leicht, daß wenn überhaupt [ein] Gesetz durch eine Ausgleichlinie dargestellt werden kann,

sich jedenfalls nur eine geringe Zunahme des Stauchwiderstand[es] d. h. Wachsen der Höhen hn mit wachsender Festigkeit, erkennen lä[ßt]



Es ist dies auch nicht sehr zu verwundern, weil die zu Grunde gelegten Zugfestigkeiten nur Mittel aus je zwei Versuchen sind, und die Zugversuche unter sich starke Abweichungen zeigen, so daß die wirkliche der jeweiligen Gattirung eigenthümliche Zugfestigkeit durch diese Mittelwerthe nicht hinreichend sicher gestellt ist. Man findet hieraus die Lehre bestätigt, daß wenn überhaupt die Zugfestigkeit als Gütemaßstab für Gußeisen angewendet werden soll, man hier noch mehr als bei den übrigen Materialien das Mittel aus einer größeren Zahl von Versuchen (mindestens fünf) der Beurtheilung zu Grunde legen sollte.* Wenn diese Vorsicht außer Acht gelassen wird, so kann man sich arge Täuschungen bereiten.

Einen anderen Grund für die geringe Zunahme des Stauchwiderstandes mit der Zunahme der Zugfestigkeit kann man in der geringen Dehnbarkeit des Gußeisens erblicken, welche veranlaßt, daß selbst relativ festes und zähes Material sich bezüglich seiner Höhenänderung für den ersten Schlag nur wenig anders verhält als ein weniger festes. Man wird hieraus erkennen, daß die Höhenänderung allein keinen guten Maßstab für die Beurtheilung von Gußeisen abgeben wird. Auf diese Dinge ist übrigens erst später weiter einzugehen; hier sei nochmals auf das im Abschnitt 7, S. 34 Gesagte verwiesen.

Tabelle 18 giebt noch Stauchversuche mit geglühten und ungeglühten Normalkörpern 15 aus einer Kupferstange. Auch hier sind die Mittel aus den gleichwerthigen Versuchsreihen sowie die Abweichungen vom Mittel angegeben. Der Einfluß des Ausglühens auf die Formänderungen ergiebt sich aus den untersten Zahlenreihen der Gruppen. Dort ist der Glüheinfluß in Verhältnißzahlen bezogen auf den ursprünglichen Zustand ausgedrückt. Man erkennt aus diesen Reihen, daß

der Einfluß des Glühens mit der Zahl der Schläge immer mehr verschwindet, d. h. daß bei der Formänderung durch die Schläge das geglühte Kupfer wieder hart wird.

Ueber den aus der Tabelle ableitbaren Einfluß des Oelens und des Aufrauhens der Endflächen ist unter Abschnitt 5 schon gesprochen worden. Dadurch, daß die Versuche über den Einfluß der Reibung an den Endflächen in die Reihen eingeschaltet sind, ist zwar eine gewisse Beeinflussung geschehen, indessen wird der Gesammtcharakter der Reihen hierdurch nur wenig gestört.

Versuch Nr. Materialzeichen	Abweichungen von h	a	b	J	Höhen h_n in % und Δh_n in % × 10^2 nach dem Schlage 1	2	3	4	5	6	7	Schlagzahl	Bemerk.
331				Mittel	**96,90**	**94,57**	**92,70**	**90,83**	**89,07**	**87,55**	**85,25**	7	
a.	2	2	11	28,4	−10	−13	0	−27	−33	+15	−15	7	R 2
b.	2	3	12	28,6	−10	−43	0	+13	− 3	−15	+15	7	R 4
c.	1	8	11	28,8	+20	+57	0	+13	+37			6	R 4
(5)		mittlere Abweichung			13	38	0	18	24	15	15		
332				Mittel	**97,37**	**95,13**	**93,13**	**91,37**	**89,63**	**88,20**	**86,10**	7	
a.	2	3	11	28,5	− 3	−27	−27	−33	−47	−50		7	R 4
b.	2	4	10	27,6	− 3	+13	+13	− 3	+23	−		5	R 2
c.	1	7	10	28,6	+ 7	+13	+13	+37	+23	+50		8	R 5
(6)		mittlere Abweichung			4	18	18	24	31	50			
333				Mittel	**97,43**	**94,80**	**92,60**	**90,63**	**88,63**	**86,53**	**84,63**	8	
a.	2	0	− 2	27,0	+27	+20	+40	+47	+47	+57	+77	9	
b.	2	3	− 1	27,4	−13	−10	−20	−23	−23	−43	−53	7	
c.	2	− 1	− 3	26,8	−13	−10	−20	−23	−23	−13	−23	7	
(25)		mittlere Abweichung			18	13	27	31	31	38	51		
334[1])				Mittel	**97,47**	**95,83**	**94,13**	**92,60**	**91,17**	**91,75**	**90,25**	8	
a.	2	− 5	5	27,2	+53	+157	+257	+380	+453	+365	+445	11	R 10
b.	2	− 5	5	27,2	+23	− 13	− 43	− 90	−107	−365	−445	8	R 7
c.	1	− 4	7	27,4	−77	−143	−213	−290	−347			5	
(30)		mittlere Abweichung			(51)	(104)	(171)	(253)	(302)	(365)	(445)		
335				Mittel	**96,07**	**93,85**	**91,35**	**89,25**	**87,10**	**85,10**		5	
a.	2	− 6	−10	25,7	+33	−15	−35	−15	−30	−70		7	R 3
b.	2	− 5	− 3	26,5	+63	+15	+35	+15	+30	+70		6	R 4
c.	2	− 6	1	26,7	−97	beim zweiten Schlage zertrümmert						2	stark porös
(33)		mittlere Abweichung			64	15	35	15	30	70			
336				Mittel	**97,37**	**95,50**	**93,60**	**91,93**	**90,75**	**89,10**	**88,10**	6	
a.	2	6	6	28,3	+33	+20	+40	+47	+35	+30		7	R 3 porös
b.	3	5	3	28,0	−37	−10	−20	−23	−35	−30		6	R 2
c.	2	− 1	0	27,1	+ 3	−10	−20	−23				4	R 2 porös
(35)		mittlere Abweichung			24	13	27	31	35	30			
337				Mittel	**96,47**	**93,80**	**91,47**	**88,83**	**87,07**	**84,45**		5	
a.	2	6	4	28,1	+ 7	+10	−23	− 57	− 3			6	R 2
b.	2	4	− 1	27,5	−23	−20	−23	− 57	−33	−35		6	R 5
c.	1	4	4	27,8	+17	+10	+47	+113	+37	+35		3	R 3
(42)		mittlere Abweichung			16	13	31	76	24	35			
338				Mittel	**96,80**	**94,27**	**91,97**	**89,73**	**87,25**	**85,40**		5	
a.	2	2	− 4	27,0	+10	−13	−13	+ 3	−43			6	R 4
b.	2	6	− 7	27,1	−20	−13	−43	−37				4	R 2
c.	2	4	− 1	27,5	+10	+27	+57	+33	+43			5	R 4
(8)		mittlere Abweichung			13	18	38	24	43				
339				Mittel	**97,00**	**94,50**	**92,00**	**89,70**	**87,90**	**85,60**		6	
a.	2	1	0	27,3	0	−10	0	0				4	
b.	2	0	− 1	27,1	0	+20	0	0	−20	−50		6	
c.	2	0	0	27,2	0	−10	0	0	+20	+50		9	
(24)		mittlere Abweichung			0	13	0	0	20	50			
340				Mittel	**97,13**	**94,70**	**92,60**	**90,70**	**88,83**	**86,87**		6	
a.	2	− 5	0	26,7	+13	+30	+50	+100	+113	+107		7	R 5
b.	2	− 2	1	27,1	−27	−30	−40	−100	−127	−153		6	R 3 porös
c.	1	1	4	27,5	+13	0	−10	0	+ 13	+ 47		6	R 4
(4)		mittlere Abweichung			17	20	33	67	84	102			

Versuch Nr. Materialzeichen	Abweichungen von h	a	b
341			
a.	2	1	−8
b.	2	−1	−6
c.	2	−3	−7
(18)	mittlere Ab-		
342			
a.	2	−3	−8
b.	2	−5	0
c.	1	2	−3
(40)	mittlere Ab-		
343			
a.	2	13	2
b.	2	9	0
c.	1	6	10
(41)	mittlere Ab-		
344			
a.	2	−6	−6
b.	2	−7	−4
c.	2	6	−5
(34)	mittlere Ab-		
345			
a.	2	−1	−4
b.	2	−8	−5
c.	2	−7	−4
(7)	mittlere Ab-		
346			
a.	2	−10	−9
b.	2	− 5	−3
c.	2	− 5	−1
(29)	mittlere Ab-		
347			
a.	2	5	−2
b.	2	3	−1
c.	2	4	−2
(26)	mittlere Ab-		
348			
a.	2	−1	−6
b.	2	2	10
c.	1	0	−5
(31)	mittlere Ab-		
349			
a.	2	1	−2
b.	2	2	0
c.	2	3	0
(32)	mittlere Ab-		
350			
a.	2	4	9
b.	2	2	10
c.	−3	4	14
(3)	mittlere Ab-		

[1]) Anmerkung zu Nr. 334. Die Körper zeigen ein außerordentlich verschiedenes Verhalten, die Ursachen lassen sich aus den Protokollen nicht auffinden. Diese Reihe ist vom Vergleich ausgeschlossen.

h_n in % und Δh_n in % × 10^2 nach dem Schlage					Schlagzahl	Bemerk.
2	3	4	5	6		
95,00	**93,00**	**91,40**	**89,40**	**87,40**	**7**	
0	0	+30	0	0	7	
0	0	+30	0	0	7	
0	0	−60	0	0	7	
0	0	40	0	0		
93,27	**90,50**	**87,73**	**85,25**		**5**	
+13	−10	− 3	−15		5	R 4
+13	+20	+37	+15		5	R 4
−27	−10	−33			4	R 2
18	13	24	15			
93,47	**90,83**	**88,40**	**86,25**		**5**	
−23	−57	− 70	−55		6	
+47	+73	+100			5	
−23	−17	− 30	+55		5	
31	49	67	55			
93,50	**90,93**	**88,40**	**86,10**		**6**	
+20	+ 7	+30	+30		6	R 3
−10	−23	−30	−30		6	R 2
−10	+17	0	0		6	R 4
13	16	20	20			
94,07	**91,83**	**89,50**	**87,30**		**5**	
−33	−57	−60	− 80		6	R 5
−33	−27	−20	− 40		5	R 3
+67	+83	+80	+120		5	R 2
44	56	53	80			
92,20	**88,73**	**85,57**			**5**	
−10	− 3	+23			5	R 3
+20	+37	+53			5	R 2
−10	−33	−77			4	R 2
13	24	51				
92,40	**89,40**	**85,90**			**4**	
0	0	−10			4	R 2
0	0	−10			4	R 3
0	0	+20			4	R 2
0	0	13				
93,27	**90,73**	**88,05**			**5**	
+13	−33				4	R 2
+13	+67	+65			6	Oberfl.
−27	−33	−65			4	porös
18	44	65				R 3
94,40	**91,70**	**88,97**			**5**	
0	0	+13			5	
0	0	+13			5	
0	0	−27			4	
0	0	18				
95,10	**92,95**	**89,20**			**4**	
+10					3	
−30	−5				4	R 3
+20	+5				4	R 1
20	5					

Versuch Nr. Materialzeichen	Abweichungen von h $^1/_{10}$ mm	a $^1/_{10}$ mm	b $^1/_{10}$ mm	J ccm	h_n in % u. Δh_n in % · 10^2 nach dem Schlage 1	2	3	4	Schlagzahl	Bemerk.
351				Mittel	**97,70**	**95,80**	**93,93**	**91,27**	**4**	
a.	2	0	0	27,2	0	+10	+27	+17	4	
b.	2	0	−1	27,1	0	+10	+27	+57	4	
c.	2	5	0	27,6	0	−20	−47	−73	4	
(15)	mittlere Abweich.				0	13	34	49		
352				Mittel	**97,90**	**95,90**	**94,03**	**92,70**	**4**	
a.	3	0	−3	27,0	−10	−10	−37		5	
b.	2	0	0	27,2	−10	−10	+ 3		4	
c.	3	0	−5	26,8	+20	+20	+33		4	
(14)	mittlere Abweich.				13	13	24			
353				Mittel	**97,90**	**96,07**	**94,35**	**93,00**	**4**	
a.	3	1	3	27,6	−10	+ 7	+35		4	
b.	3	6	4	28,2	+20	+37			3	
c.	3	6	7	28,5	−10	−43	−35		4	
(13)	mittlere Abweich.				13	29	35			
354				Mittel	**98,20**	**96,57**	**95,00**	**93,40**	**4**	
a	3	5	−6	27,2	+20	+27	0		4	
b.	3	4	−7	27,0	−10	−13	0		4	
c.	3	3	−4	27,2	−10	−13	0		3	
(12)	mittlere Abweich.				13	18	0			
355				Mittel	**96,23**	**93,23**	**90,17**		**4**	
a.	2	−2	5	27,5	+17	+17	+23		5	R 4
b.	2	−5	4	27,1	−23	−23	− 7		4	
c.	0	−1	9	27,7	+ 7	+ 7	−17		3	
(39)	mittlere Abweich.				16	16	16			
356				Mittel	**96,70**	**93,37**	**90,90**		**3**	
a.	2	4	1	27,6	−30	−97			2	
b.	2	0	−4	26,8	0	+63	−20		3	
c.	2	1	−1	27,2	+30	+33	+20		3	
(28)	mittlere Abweich.				20	64	20			
357				Mittel	**97,13**	**94,90**	**92,70**		**4**	
a.	2	−6	−1	26,5	−27	−10	−30		4	R 3
b.	2	−5	−2	26,5	+13	−10			3	
c.	1	−2	0	26,9	+13	+20	+30		4	R 2
(2)	mittlere Abweich.				18	13	30			
358				Mittel	**96,60**	**93,35**			**3**	
a.	2	15	1	28,6	+10	+65			5	
b.	2	15	7	29,2	+10				2	
c.	2	12	0	28,3	−20	−65			3	
(27)	mittlere Abweich.				13	65				
359				Mittel	**97,37**	**94,70**			**3**	
a.	2	1	4	27,6	− 3	0			3	R 2
b.	2	0	5	27,6	− 3	0			3	R 2
c.	1	5	6	28,1	+ 7	0			2	
(1)	mittlere Abweich.				4	0				

Tabelle 18. Stauchversuche mit Normalkörpern 15 aus einer Kupferstange, geglüht und ungeglüht.

In jeder Versuchsreihe sind mehrere Körper ganz gleich behandelt. Die fettgedruckten Reihen geben die mittleren Höhenänderungen h_n, die Reihen darunter die Abweichungen der einzelnen Versuchsreihen von diesen Mittelwerthen. — Bär I; G = 56,79 kg; k bedeutet Prellschlag Pk. n = Rißbildung.

a = 2,5 mkg/ccm.

Versuch Nr.	f mm	Abweich. von h $^1/_{10}$mm	Abweich. von d $^1/_{10}$mm	J ccm	Höhen h_n in % und Δh_n in % × 10² nach dem Schlage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
360				Mittel	**86,30**	**79,73**	**75,08**	**70,48**	**66,48**	**63,30**	**60,25**	**57,35**	**54,70**	**52,45**	**50,33**	**48,48**	**46,55**	**44,85**	**43,20**	**41,83**	**40,43**	**39,13**	**37,88**	**36,95**	**(36,03)**	**(34,9)**	**(33,6)**	**(32,9)**	—
geglüht a.	120	2	1	2,72	+50	+57	−8	+62	+62	+20	+25	+25	+20	+15	+37	+12	+15	−15	+20	−3	−33	−33	−38	−15	Versuch a: von 14 ab Endflächen gefettet; bis Schlag 24 keine Pk.				
b.	120	2	1	2,72	−10	−13	−8	−8	−8	−10	−35	−15	−10	+15	−33	+22	+15	−15	k+20	+27	+37	+37	+32	−15					
c.	118	1	0	2,67	−20	−23	−28	−28	−28	−40	+5	−35	−40	−15	−3	−18	−15	+15	k−20	−13	−3	k−3	+22	k+15					
d.	118	1	0	2,67	−20	−23	+42	−28	−28	+30	+5	+25	+30	−15	−3	−18	−15	+15	k−20	−13	−3	k−3	−18	k+15					
	mittlere Abweichung				25	29	22	32	32	25	18	25	25	15	19	18	15	15	20	14	19	19	28	15					
361				Mittel	**90,52**	**83,42**	**77,84**	**73,18**	**69,04**	**65,30**	**62,14**	**59,38**	**56,58**	**54,02**	**51,58**	**49,60**	**47,62**	**45,84**	**44,18**	**42,62**	**41,34**	**39,38**	**38,52**	**37,48**	**36,54**	**(35,68)**	**(35,2)**	**(34,55)**	**(33,9)**
ungeglüht a.	120	2	1	2,72	+28	+8	+46	+52	+6	+50	+36	+52	+62	+58	+42	+40	+38	+96	+92	+78	+116	+42	+98	+72	+96				
b.	120	2	1	2,72	+28	+78	+46	+32	+66	+50	+106	+52	+62	+58	+102	+110	+108	+96	+52	+78	+106	+42	+98	+72	+66				
c.	120	2	1	2,72	+28	+18	+46	+52	+66	+50	+36	+52	+62	+28	+42	+40	+38	+26	+22	+18	+6	+12	+28	+32	+26				
d.	118	1	0	2,67	−42	−72	−104	−98	−124	−110	−124	−108	−158	−102	−128	−130	−122	−114	−118	−122	−164	−98	−142	−138	−144				
e.	118	1	0	2,67	−42	−32	−34	−38	−14	−40	−54	−48	−28	−42	−58	−60	−62	−84	−48	−52	−64	+2	−82	−38	k−44				
	mittlere Abweichung				34	41	55	55	55	60	71	63	75	58	75	76	74	79	67	70	84	39	90	69	75				
Glüheinfluß bezogen auf 363=100					95,5	95,2	96,5	96,1	96,2	96,6	97,0	96,8	96,5	97,0	97,4	97,5	98,0	97,6	97,9	98,2	97,6	99,2	98,2	98,6					

Fortsetzung.

Schlag	26	27
Mittel	**(32,2)**	**(31,9)**

a = 10,0 mkg/ccm.

Versuch Nr.	f mm	Abweich. von h $^1/_{10}$mm	Abweich. von d $^1/_{10}$mm	J ccm	1	2	3	4	5	6	7	8
362				Mittel	**69,63**	**55,70**	**45,85**	**38,63**	**33,50**	**(28,6)**	**(25,3)**	**(22,7)**
geglüht a.	470	1	0	2,67	−13	−10	−15	−23	k−40			
b.	470	1	0	2,67	−13	−10	−15	+7	k+30			
c.	470	1	0	2,67	−13	−10	−15	−23	k+30			
d.	467	0	0	2,65	+37	+30	+45	+37	−20			
	mittlere Abweichung				19	15	23	23	30			
363				Mittel	**72,73**	**57,70**	**47,47**	**39,37**	**33,43**	**29,00**	**25,40**	**(22,4)**
ungeglüht a.	479	2	1	2,72	+27	+20	k+53	+13	+17	+30	k+30	
b.	479	2	1	2,72	+27	+20	−7	+13	+17	−10	−10	
c.	470	1	0	2,67	−53	−40	−47	−27	−33	−20	k−20	
	mittlere Abweichung				36	27	36	18	22	20	20	
Glüheinfluß bezogen auf 365=100					95,7	96,5	96,7	98,1	100,5			

Fortsetzung (362).

Schlag	9	10
Mitt.	**20,7**	**19,3**

a = 32,6 mkg/ccm.

Versuch Nr.	f mm	Abweich. von h $^1/_{10}$mm	Abweich. von d $^1/_{10}$mm	J ccm	1	2	3
364				Mittel	**44,08**	**25,90**	**17,90**
a.	1563	2	1	2,72	+2	n−20	n−10
b.	1563	2	1	2,72	+62	n+40	+120
c.	1532	1	0	2,67	−28	kn−10	kn−40
d.	1532	1	0	2,67	−38	n−10	−70
	mittlere Abweichung				33	20	60

a = 40,0 mkg/ccm.

Versuch Nr.	f mm	Abweich. von h $^1/_{10}$mm	Abweich. von d $^1/_{10}$mm	J ccm	1	2	3	4
365				Mittel	**36,98**	**21,35**	**(15,0)**	**(10,0)**
a.	1878	1	0	2,67	+12	kn−15		
b.	1878	1	0	2,67	+12	k+85		
c.	1866	0	0	2,65	−28	−135		
d.	1866	0	0	2,65	+2	n+65		
	mittlere Abweichung				14	75		
366				Mittel	**37,67**	**20,93**		
a.	1917	2	1	2,72	+53	kn+17		
b.	1905	1	1	2,70	+3	kn+27		
c.	1879	1	0	2,67	k−57	kn−43		
	mittlere Abweichung				38	29		
Glüheinfluß bezogen auf 368 = 100					98,0	102		

Bemerkungen: Zu Versuch 362d: von Schlag 5 ab Endflächen gefettet, erst bei 10 kommt Pk. Versuch 364b: Endflächen mit grobem Schmirgel rauh gemacht. Versuch 364d: Endflächen glattgemacht und mit Vaselin gefettet. Versuch 365c: von Schlag 1 ab Endflächen gefettet. Die Probekörper sind in Tabelle 9 Seite 27 mit den ursprünglichen Probenzeichen versehen und zwar: 360a = Nr. 30, 362d = Nr. 19, 364b u. d = Nr. 10 u. 24 und 365c = Nr. 29.

Tabelle 19 enthält einige Versuchsreihen, welche mit Normalkörpern 30 aus Weißetall angestellt wurden, wie es zu Lagerschalen Verwendung findet.

Tabelle 19.

Stauchversuche mit Normalkörpern 30 aus Weiß- (Lager-) Metall.

In jeder Versuchsreihe sind 2 bez. 3 Körper ganz gleich behandelt. Die fettgedruckten Reihen geben die mittleren Höhenveränderungen h_n, die Reihen darunter die Abweichungen der einzelnen Versuchsreihen von diesen Mittelwerthen.

Bär III; G = 37,0; R = Rißbildung.

Material-Bezeichnung	Abweichung von h $^1/_{10}$mm	Abweichung von d $^1/_{10}$mm	J ccm	Höhen h_n in % und Unterschiede Δh_n in % × 10^2 nach den Schlägen 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Schlagzahl	Bemerkungen
				f = 300 mm; a = 0,52 mkg/ccm				f = 450 mm; a = 0,79 mkg/ccm									
I	−1	0	21,1	**96,99**	**94,15**	**91,65**	**89,32**	**85,81**	**86,45**	**79,30**	**76,12**	**72,63**	**69,11**	**75,11**	**63,62**	12	a: R 10.
	0	0	21,2	1	16	2	2	14	13	30	13	4	22	11	24		b: R 9.
II a.	0	2	21,5	**98,35**	**96,50**	**94,65**	**93,00**	**88,00**								6	R 5.
b.	0	1	21,3	65	50	35	30	100								5	R 5.
			Mittel	**96,80**	**93,88**	**91,37**	**88,60**	**84,62**	**80,63**	**77,12**	**70,28**					8	
III a	1	1	21,4	+25	+14	+32	+10	+ 8	+ 7	−172	−118					8	R 6.
b.	1	1	21,4	−46	−53	−67	−56	−90	−89	+135	− 74					8	R 6.
c.	2	1	21,5	+22	+39	+35	+47	+81	+83	+ 37	+191					8	R 7.
	mittl. Abweichung.			31	35	45	38	60	60	115	128						
Mittlere Abweichung aus allen Versuchen .				32,1	33,7	29,8	25,4	58,2	41,2	81,0	82,0						

11. Der Zuverlässigkeitsgrad von Stauchversuchen.

Die Tabellen 14 bis 19 haben eine solche Form erhalten, daß man aus ihnen ohne Weiteres erkennen kann, in welchem Maße bei Versuchsreihen mit mehreren Körpern von genau gleicher Herkunft und bei gleichen Versuchsbedingungen die einzelnen Ergebnißreihen von den erzielten Mittelwerthen abweichen. Die Abweichungen sind erstens bedingt durch die Fehler des Versuchsverfahrens und zweitens durch die Ungleichmäßigkeit und Fehler des Materiales. Der erste Theil der Ursachen ist allerdings häufig nicht frei von gesetzmäßigen Einflüssen und somit nicht ganz dem Zufall unterworfen; indessen kann man den größten Theil dieser Ursachen durch die Art der Versuchsausführung beseitigen oder soweit verringern, daß der verbleibende Rest nur noch vom Zufall beherrscht erscheint, z. B. kann die Wirkung gewisser kleiner Abweichungen in der Probenform, wie früher nachgewiesen wurde, durch die Veränderung der Fallhöhe ausgeglichen werden. Der zweite Theil der Ursachen ist in der Regel nur vom Zufall abhängig, denn Material, das gesetzmäßig veränderte Eigenschaften zeigt, wird in diesen Zustand fast immer in beabsichtigter und darum bekannter Weise überführt sein, und dies ist für die hier in Betracht kommende Frage ausgeschlossen. Für praktische Zwecke wird es schließlich auch nicht einmal möglich sein, die Versuchsausführung mit aller Schärfe von den gesetzmäßigen Einflüssen mannigfacher Art vollständig zu befreien, z. B. wird man nicht wegen jeder geringen Abweichung des Körpers von der Normalform gleich eine entsprechende Veränderung der Fallhöhe vornehmen, und man wird es daher in den Kauf nehmen müssen, wenn die Abweichungen der Einzelreihen vom Mittel mit einseitigen Vorzeichen erscheinen, wenn nur die Größe der Abweichungen ein gewisses Maß nicht überschreitet. Um hierüber Anhaltspunkte zu gewinnen und gewissermaßen den Zuverlässigkeits-

grad der Stauchversuche festzustellen, sind die Ergebnisse der Tabellen 14 bis 19 in die liegende Form gebracht worden.

Man wird schon bei Durchsicht der Tabellen erkannt haben, daß die Abweichungen Großen und Ganzen geringfügig sind und 1% der ursprünglichen Höhe nur selten überschreiten. Aus Früherem, z. B. dem über den Einfluß der Reibung Gesagten, ging hervor, daß in einzelnen Reihen (z. B. Tabelle 18) die gesetzmäßigen Aenderungen (Zeichenwechsel) oder besonders große Abweichungen durch Beeinflussung des Körpers während des Versuches, z. B. durch Oelen der Endflächen, Prellschläge u. a. m. hervorgerufen waren; außerdem sind die Abweichungen von der Normalform nicht immer durch Fallhöhenveränderung ausgeglichen, und diese Abweichungen waren z. B. bei den Gußeisenwürfeln (Tabelle 17) recht beträchtlich. Auch durch Fehlstellen im Probekörper können starke Abweichungen bedingt sein, ohne daß man jedesmal die Ursache erkennt. Man darf also wohl annehmen, daß die vorstehend mitgetheilten Reihen den praktischen Verhältnissen entsprechen und daß die bei Stauchversuchen im Allgemeinen zu erwartenden Fehler die im Folgenden zu ermittelnden Werthe daher nicht wesentlich überschreiten werden. Zu beachten ist hierbei, daß für die Uebersicht über die zu erwartende Fehlergröße selbstverständlich auch das in den Abschnitten 2 bis 4 Gesagte beachtet werden muß.

Um einen Maßstab für die Beurtheilung zu gewinnen sind innerhalb der einzelnen Versuchsreihen die mittleren Fehler (Mittel der Abweichungen ohne Rücksicht auf das Vorzeichen) gebildet und in den einzelnen Tabellen außerdem aus den Fehlersummen (ohne Rücksicht auf das Vorzeichen) und aus der Zahl der Fälle die Hauptmittel berechnet und an den Fuß geschrieben. Diese Zahlen sind zugleich mit der Zahl der Fälle und mit den erreichten größten Abweichungen in Tabelle 20 nochmals vereinigt. Bemerkt sei hierzu noch, daß die eingeklammerten Werthe in den einzelnen Versuchsreihen nicht zur Mittelbildung herangezogen worden sind, weil sie aus den angegebenen oder aus nicht mehr nachweisbaren Gründen einseitig stark beeinflußt erschienen.

Im Allgemeinen ergiebt sich aus Tabelle 20, daß die mittleren Abweichungen (Fehler) kleiner als ein halbes Prozent der ursprünglichen Höhe der Normalkörper sind. Die größten beobachteten Fehler, mit Ausnahme der ganz besonders starken von der Mittelbildung ausgeschlossenen, sind meistens kleiner als 1,3%. Die größeren Werthe, z. B. unter f beim Gußeisen und bei den Weißmetallen, sind dadurch bedingt, daß die Körper vor dem Bruch, d. h. nach dem Beginn der Zerstörung, oft eine plötzliche starke Zunahme der Formänderungen zeigen. Wenn in diesem Falle der eine Körper früher zu Bruche geht als die anderen, so müssen sich naturgemäß größere Abweichungen vom Mittel ergeben. Aus den einzelnen Gruppen erkennt man leicht, daß die Größe der mittleren Abweichungen im Allgemeinen weniger von der Eigenthümlichkeit des Materiales als von der Versuchsausführung abhängen dürften; die Werthe sind alle von derselben Größenordnung. Zu Gruppe 6 ist zu bemerken, daß hier leider die eigentlichen Versuchswerthe nicht mitgetheilt werden durften, weil der Antragsteller seine Einwilligung versagte. Die Differenzenreihen waren aber bei der ziemlich großen Zahl von Einzelversuchen doch so lehrreich, daß ich sie von der Mittheilung nicht ausschließen mochte.

Aus Tabelle 20 ergiebt sich:

Die Stauchversuche können mit recht großer Sicherheit ausgeführt werden; mehrere Beobachtungsreihen mit dem gleichen

Tabelle 20.

Uebersicht über die mittleren Fehler der Versuchsreihen aus Tab. 14—20.

Es bedeutet Δf die mittlere Abweichung vom Mittel, f die gefundene größte Abweichung vom Mittel in ndertel Prozenten der ursprünglichen Höhe der Normalkörper, n ist die Zahl der Fälle (Beobachtungsreihen).

Art des Materials	Tabelle Nr.	Bezeichnung	Schlag Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schienen und Radreifen, Stahl (Normalkörper 13):												
Schienen	14 A	Δf	21,7	21,2	28,2	33,8	27,4	27,6	43,7	31,4	53,3	72,5
		n	128	128	126	108	68	46	26	14	6	4
Lokomotivradreifen	B	Δf	26,7	11,2	25,5	17,8	28,6	29,0	7,5	10,0	40,0	0
		n	42	42	40	36	22	22	4	4	2	2
Tenderradreifen	C	Δf	27,0	29,0	26,0	25,0	22,6	21,2				
		n	20	20	20	16	14	8				
Wagenradreifen	D	Δf	36,7	38,2	31,5	34,2	31,3	17,5	38,7	30,0		
		n	56	54	52	46	28	24	8	6		
Gesammtmittel für Stahl	14 A—D	Δf	**28,0**	**23,8**	**28,3**	**30,6**	**28,0**	**25,0**	**38,9**	**27,5**	**50,0**	**48,3**
		n	246	244	238	206	132	100	38	24	8	6
		f	110	80	110	105	100	120	85	50	85	105
Flußeisen (Normalkörper 30)	15	Δf	**15,5**	**12,5**	**4,3**	**4,3**	**9,5**	**15,0**	**16,8**	**20,0**	**14,9**	**22,1**
		n	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17
		f	53	47	20	20	27	40	77	87	77	70
Schweißeisen (Normalkörper 30)	16	Δf	**16,2**	**29,2**	**30,5**	**34,2**	**38,3**	**42,8**	**43,8**	**32,0**	**42,3**	**35,5**
		n	18	18	18	18	18	17	17	16	13	16
		f	87	107	97	113	130	130	120	70	67	85
Gußeisen (Würfel 30)	17	Δf	**15,1**	**19,2**	**19,9**	**29,9**	**30,1**	**37,5**	**23,8**	**26,7**	**14,7**	**33,3**
		n	111	109	97	79	60	44	27	16	11	6
		f	97	120	83	113	127	257	103	80	23	70
Kupfer a = 2,5 mkg/ccm (Normalkörper 15)	18	Δf	**29,5**	**35,0**	**38,5**	**43,5**	**43,5**	**42,5**	**44,5**	**44,0**	**50,0**	**36,5**
		n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		f	50	78	104	98	124	110	124	108	158	102
a = 10,0 mkg/ccm		Δf	**27,5**	**21,0**	**29,5**	**20,5**	**26,0**	**20,0**	**20,0**			
		n	6	6	6	6	6	3	3			
		f	53	40	53	37	40	30	30			
a = 32,6 mkg/ccm		Δf	**33,0**	**20,0**	**60,0**							
		n	4	4	4							
		f	62	40	120							
a = 40,0 mkg/ccm		Δf	**26,0**	**52,0**								
		n	7	7								
		f	57	135								
Aluminiumlegirungen (Normalkörper 30)	19	Δf	**11,9**	**17,2**	**23,5**	**22,0**	**25,4**	**26,6**	**27,1**	**27,2**	**29,1**	**26,0**
		n	45	45	45	45	43	37	34	32	32	30
		f	65	50	70	100	100	100	115	135	135	115
Weißmetall (Normalkörper 30)	20	Δf	**32,1**	**33,7**	**29,8**	**25,4**	**58,2**	**41,2**	**81,0**	**82,0**		
		n	7	7	7	7	7	5	5	5		
		f	65	53	67	56	100	89	172	191		

Material ergaben mittlere Fehler, die kleiner sind als 0,5%, gleichgültig ob Normalkörper 13, 15 oder 30 angewendet wurden und unabhängig von der Art des Materials.

12. Vergleich der Ergebnisse von Stauch- und Druckversuchen mit Normalkörpern.

Von Interesse ist der Vergleich zwischen der Arbeit, welche beim Stauchversuch und derjenigen, welche beim Druckversuch zur Erzielung der gleichen Formänderung an Normal-

körpern aufgewendet werden muß. Kick hat bereits in seinem früher genannten Werke „Das Gesetz der proportionalen Widerstände“ solche Vergleiche gemacht und kommt hierbei zu folgenden Ergebnissen.

Er weist zunächst nach (S. 94 u. f.), daß verschiedene Körper gegen Kräfte, welche auf Formänderung wirken, sich außerordentlich verschieden verhalten. „Guttapercha, welche in Wasser von 60 bis 70° plastisch gemacht ist, kann zu den feinsten Abdrücken verwendet werden .... während die weiche Guttapercha gegen Stöße sich elastisch zeigt und sowohl Hammerschläge als auch das Werfen gegen eine feste Wand verträgt, ohne Formänderung zu erleiden.“ Auch geknetetes frisches Brod verhält sich ähnlich. „Dies eigenthümliche Verhalten ..... rührt von eingeschlossener Luft her.“ „Verschiedene Materialien verhalten sich in ihrem Widerstande gegen Stöße und ruhigen Druck prinzipiell verschieden,“ „es ist daher nicht möglich, eine allgemein gültige Beziehung zwischen der zu einer bestimmten Formänderung erforderlichen mechanischen Arbeit bei Anwendung von ruhigem Druck einerseits und bei Anwendung von Stößen andererseits zu finden.“ Diese Beziehung kann nur mit Rücksicht auf ein bestimmtes Material und auf bestimmte Versuchsbedingungen gesucht werden. Als Ursache für diesen Umstand führt Kick z. B. auch die Thatsache an, daß „in dem GH des Schlagwerkes (wirksames Bärgewicht mal Fallhöhe) wohl die aufgewendete, nicht aber die an das Werkstück abgegebene Arbeit zu verstehen ist.“ Bei der Festigkeitsprobirmaschine wird aber in allen Fällen die reine Nutzarbeit gemessen und die Wirkung dieser Nutzarbeit kann man mit der Wirkung jener Bruttoarbeit, welche am Fallwerk ermittelt wird, nicht unmittelbar in Vergleich stellen. Da es aber, wie Kick in seiner Arbeit nachweist und auch aus Früherem erhellt, außerordentlich schwer ist, die Nettoarbeit beim Fallwerk zu bestimmen, so wird man bei Beurtheilung der nachfolgenden Vergleiche stets im Auge behalten müssen, daß sie nur innerhalb der besonderen Voraussetzungen gültig sind, daß z. B. bei Anwendung eines anderen Fallwerkes und bei anderer Versuchsausführung sich auch andere Verhältnisse zwischen Druck- und Stauchwirkung ergeben dürften. Ich darf auch wohl noch darauf aufmerksam machen, daß ich aus später zu erörternden Gründen nicht, wie Kick es (S. 93) verlangt, die Beziehung zwischen dem Arbeitsaufwande bei ruhigem Druck und jenem bei Anwendung von Schlägen in der Weise gesucht habe, daß ich „nur einen Schlag von hinreichender Arbeitsgröße, um die verlangte Wirkung hervorzubringen, mit der zur gleichen Wirkung erforderlichen Druckarbeit“ verglichen habe.

Für den Vergleich sind die Ergebnisse aus den Tabellen 15, 16 und 17, sowie die in den früher bereits genannten Veröffentlichungen mitgetheilten Ergebnisse von Druckversuchen mit den Schwesterstücken benutzt. Es würde den Umfang dieser Arbeit gar zu sehr ausgedehnt haben, wollte man hier die Tabellen für die Druckversuche wiederholen, daher sei der Leser, welcher die Sache weiter verfolgen will, nochmals darauf verwiesen, daß dies an der Hand der in den Tabellen 15 bis 17 gegebenen Hinweise auf jene früheren Veröffentlichungen möglich ist.

Um den beabsichtigten Vergleich der Formänderungsarbeiten auszuführen, wurden nach den Versuchsergebnissen Schaulinien entworfen, die sowohl für den Stauch- als auch für den Druckversuch den Gang der Formänderung darstellten. Aus diesen Schaulinien wurden die Beträge der mechanischen Arbeit abgeleitet, welche erforderlich waren, um Normalkörper gleicher Abmessungen einmal durch Schlag, das andere Mal durch ruhigen Druck auf 95, 90, 85, 80 u. s. w. Prozent ihrer ursprünglichen Höhe zu bringen. Diese Arbeiten sind

dann jedesmal in Vergleich gestellt. Der Vergleich für Flußeisen und Schmiedeeisen ist in Tabelle 21, derjenige für Gußeisen in Tabelle 22 gegeben. Figur 22 giebt die Darstellung der Mittelwerthe aus den Versuchsreihen und des Verhältnisses zwischen den Arbeitsleistungen. In Figur 22 bedeutet Ss und Fs Stauchversuche mit Schweiß- und Flußeisen, Sd und Fd Druckversuche mit beiden Eisensorten.

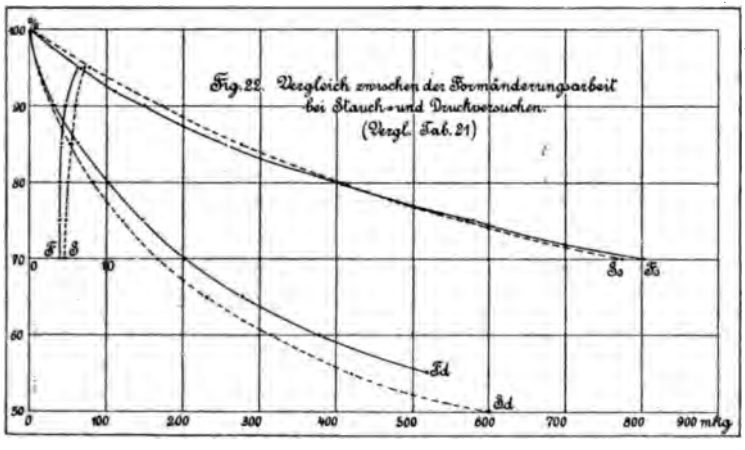


Tabelle 21. Vergleich zwischen den Formänderungsarbeiten bei Stauch- und Druckversuchen mit Normalkörpern aus Flußeisen und Schweißeisen.

(Vergl. Tabelle 15 und 16 und Ergänzungsheft I. 1890.)

h_n	Arbeitsleistungen in mkg zur Erzielung gleicher Formänderungen h_n														Verhältniß zwischen Druck und Schlag						
	bei Druckversuchen							bei Stauchversuchen													
%	312	313	314	315	316	317	Mittel	312	313	314	315	316	317	Mittel	312	313	314	315	316	317	Mittel
a. Flußeisen.																					
100	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	**0**	—	—	—	—	—	—	—
95	11	11	10	15	10	10	**11,2**	76	72	65	64	62	59	**66,3**	7,22	6,86	6,84	4,27	6,20	6,22	**6,27**
90	34	33	31	34	35	30	**32,8**	163	156	146	146	145	136	**148,7**	4,86	4,80	4,72	4,36	4,14	4,54	**4,74**
85	64	63	63	63	63	60	**62,7**	272	260	256	248	245	247	**254,**	4,26	4,16	4,24	3,96	3,92	4,10	**4,11**
80	98	100	98	110	100	98	**100,7**	412	410	398	408	384	395	**401,2**	4,22	4,20	4,08	3,71	3,88	4,06	**4,03**
75	145	143	146	157	145	145	**146,8**	596	610	563	584	546	575	**579,0**	4,11	4,28	3,88	3,72	3,76	3,96	**3,95**
70	198	197	205	219	205	203	**204,5**	840	855	805	780	750	787	**802,8**	4,24	4,32	3,92	3,56	3,66	3,88	**3,93**
65	273	273	275	293	275	278	**277,8**						993							3,58	
60	369	372	380	393	(395)	382	**378,1**														
55	520	509	500	534		525	**517,6**														
50	(700)	(675)	(670)	(740)		(725)	**700,2**														
b. Schmeißeisen.																					
	318	319	320	321	322	323	Mittel	318	319	320	321	322	323	Mittel	318	319	320	321	322	323	Mittel
00	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	**0**	—	—	—	—	—	—	—
95	11	13	10	11	11	11	**11,1**	85	83	80	74	74	68	**77,3**	7,72	6,38	8,00	7,03	6,72	6,46	**7,05**
90	30	30	29	29	28	28	**29,0**	176	176	172	162	168	155	**170,2**	5,86	5,87	5,93	5,58	6,00	5,63	**5,81**
85	50	56	51	50	51	50	**51,3**	283	285	274	274	275	257	**274,7**	5,63	5,14	5,37	5,48	5,39	5,13	**5,37**
80	80	85	84	80	80	83	**82,0**	418	430	412	404	406	386	**409,3**	5,23	5,06	4,91	5,00	5,08	4,65	**4,99**
75	117	124	123	120	120	120	**120,7**	578	577	590	566	559	550	**570,0**	4,94	4,65	4,78	4,72	4,65	4,58	**4,72**
70	165	167	175	165	169	171	**168,7**	(770)		(792)	800	780	733	**(774,2)**	(4,73)		(4,53)	5,01	4,62	4,29	**(4,67)**
65	227	228	240	223	233	241	**232,0**						958							3,96	
60	305	315	325	305	310	333	**315,5**														
55	415	425		405	435		**(420,0)**														
50	576	595		613	615		**(599,8)**														

Man kann aus der Tabelle 21 und aus Figur 22 ableiten:

Zur Erzielung der gleichen Formänderung ist unter den angewendeten Versuchsbedingungen bei Stauchversuchen mit Normalkörpern aus Flußeisen und Schweißeisen für geringe Formänderung eine 6fach bez. 7fach größere Arbeitsleistung erforderlich, als sie bei Druckversuchen aufgewendet werden muß. Diese Verhältnisse nehmen mit der Größe der zu erzielenden Formänderungen allmählich ab und erreichen zur Erzielung von $h_n = 70\,\%$ die Werthe 4 bez. 4,6.

Tabelle 22.

Vergleich zwischen den Formänderungsarbeiten bei Stauch- und Druckversuchen mit Würfeln aus Gußeisen.

(Vergl. Jüngst: „Schmelzversuche mit Ferrosilicium.")

Versuch Nr.	Arbeitsleistungen in mkg zur Erzielung gleicher Formänderungen h_n						Verhältniß zwischen Druck und Schlag			Versuch Nr.	Arbeitsleistungen in mkg zur Erzielung gleicher Formänderungen h_n						Verhältniß zwischen Druck und Schlag		
	bei Stauchversuchen			bei Druckversuchen							bei Stauchversuchen			bei Druckversuchen					
h_n in %	95	90	85	95	90	85	95	90	85	h_n in %	95	90	85	95	90	85	95	90	85
348	125	295	480	28	55	77	4,47	5,36	6,23	351	290	410		35	(67)		5,72	(6,12)	
349	132	312	(482)	30	57	(84)	4,36	5,48	(5,73)	341	202	435	700	35	77	(120)	5,77	5,65	(5,8
357	155	340		31	62		5,00	5,49		333	205	500	810	40	91	127	4,76	5,50	6,3
344	160	360	580	34	72	(105)	4,71	5,00	(5,52)	342	210	480	(780)	39	90	(132)	5,39	5,33	(5,9
350	162	370		34	72	(107)	4,77	5,13		352	215			40	90		5,38		
360	162			27	(53)		5,99			359	215			40	80		5,37		
332	165	410	642	35	73	99	4,72	5,62	(6,50)	329	220	500	815	38	(87)		5,80	5,74	
337	165	407	695	35	76	(115)	4,72	5,36	(6,08)	335	220	482	770	38	(81)		5,79	(5,93)	
345	165	370	(625)	32	68	(100)	5,17	5,43	(6,25)	361	225			43			5,22		
338	170	420	690	34	74	105	5,00	5,68	6,56	328	230	525	875	39	(87)		5,90	(6,03)	
339	170	400	680	36	77	(107)	4,72	5,20	(6,37)	340	230	530		40	(85)		5,76	(6,23)	
346	170	380	620	32	68	(89)	5,31	5,59	(6,96)	334	240	560	(860)	40	92		6,00	6,08	
347	180	420		35	75	114	5,14	5,60		326	260	590	960	40			6,50		
358	180	(355)		33			5,46			336 *)	(280)	(660)		37	82	(125)	(7,58)	(8,06)	
324	182	425	730	36	80	117	5,06	5,24	6,23	353	280	(495)		42	(88)		6,67	(5,63)	
331	190	430	675	31	67	(96)	6,13	6,42	(7,02)	354	280			49			5,72		
340	190	435	700	36	76	108	5,27	5,72	6,48	325	285	645	1050	38	(91)		7,50	(7,09)	
327	200	425	850	41	95	(134)	4,88	5,52	(6,33)	355	300			46			6,52		
330	200	505	845	37	86		5,42	5,87		356	330			51			6,46		

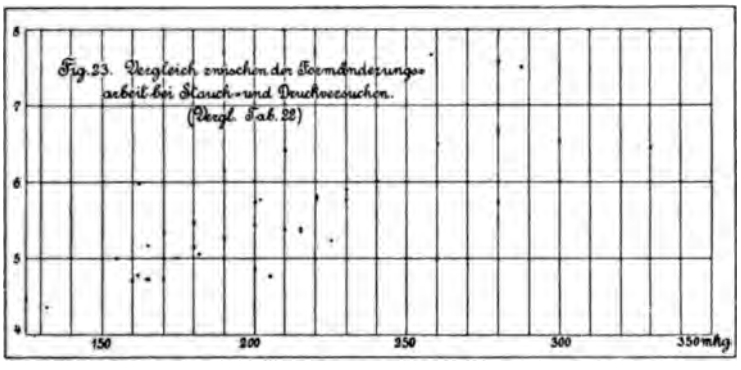
Tabelle 22 ist nach wachsenden Arbeitsleistungen, welche zur Erzielung von 5 % Höhenänderung beim Stauchversuch erforderlich waren, geordnet. Aus der Tabelle und aus Figur 23 erkennt man leicht, daß bei den Versuchen mit würfelförmigen Gußeisenkörpern entgegen dem für Normalkörper aus Fluß- und Schweißeisen gefundenen Verhalten

das Verhältniß zwischen den zu gleichen Formänderungen aufzuwendenden Arbeitsgrößen mit der Größe der zu erzielenden Formänderung wächst, und ferner daß mit wachsendem Stauchwiderstand im Allgemeinen auch die Verhältnißzahl der aufzuwendenden Arbeitsgrößen zunimmt.

In Figur 23 sind nur die zur Erzielung von 5 % Höhenänderung erforderlichen Arbeitsleistungen in Vergleich gestellt; für 10 und 15 % Höhenänderung würde das Gesetz schon

*) Bemerkung zu 336. Die drei Körper zeigen sehr verschiedenes Verhalten.

weniger deutlich hervortreten, weil die Zahl der Vergleichspunkte geringer iſt. Die in Tabelle 21 und 22 eingeklammerten Werthe ſind durch Extrapolation erhalten, indem man die Schaulinien um ein Geringes über die Beobachtungsgrenzen hinaus verlängerte, indeſſen iſt dieſe



Verlängerung niemals über die Grenzen von etwa 3% Höhenänderung hinaus geſchehen. Die Werthe für die Verſuchsreihe 336 ſind aus den in den Tabellen angegebenen Gründen alle eingeklammert. (Schluß folgt.)

2. Unterſuchung eines Schopperſchen Feſtigkeitsprüfers.

Von Dalén, Aſſiſtent der Abtheilung für Papierprüfung.

Unter der Aufſchrift: Grundſätze für die Konſtruktion von Feſtigkeits-Prüfungs-Apparaten für Papier wurde von Profeſſor Martens in der Papier-Zeitung von 1886 Nr. 40 auf das Fehlen eines zweckmäßigen und billigen Apparates zur Prüfung von Papier aufmerkſam gemacht und zugleich wurden die Grundſätze für die Konſtruktion angegeben. Die Folge dieſes Aufſatzes war, daß ſich mehrere Mechaniker mit der Konſtruktion und dem Bau ſolcher Apparate beſchäftigten. Von dieſen Apparaten ſind in der hieſigen Anſtalt ſchon mehrere geprüft worden.[1]) Auch der nachſtehend beſchriebene Apparat iſt in Folge der Anregung jenes Aufſatzes entſtanden.

Der Apparat wurde zum erſten Mal im September 1890 zur Prüfung eingereicht. Die Prüfung ergab jedoch ſofort, daß er mit ſo erheblichen Konſtruktionsfehlern behaftet war, daß ein theilweiſer Umbau unbedingt nöthig erſchien. Von einer weiteren Prüfung wurde deshalb mit Einverſtändniß des Einſenders abgeſehen. Da es indeſſen lehrreich iſt, die vollzogenen Umwandlungen zu verfolgen, erſcheint es zweckmäßig, auch die erſte Konſtruktion näher zu beſchreiben und ſpäter die vorgenommenen Aenderungen und das endgültige Prüfungsergebniß mitzutheilen.

Der Apparat iſt in ſeiner urſprünglichen Form auf Tafel II abgebildet. Im Gegenſatz zu den meiſten ſonſt für Papierprüfung gebräuchlichen Apparaten, bei welchen Federn verwendet werden, geſchieht hier die Kraftmeſſung mittelſt einer Neigungswage, an deren unterem Arm 3 verſchiedene Gewichte angebracht werden können und zwar iſt beſtimmt:

Gewicht Nr. 1 für 6 kg höchſte Kraftleiſtung.
" " 2 " 12 " " "
" " 3 " 24 " " "

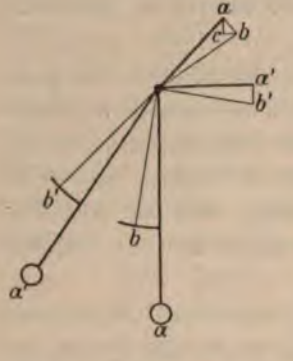
[1]) „Mittheilungen 1887" Ergänzungsheft III.

Der Hebel bewegt sich vermittelst eines Zapfens zwischen zwei Kreissegmenten, von welche[illegible] das vordere mit drei, den verschiedenen Gewichten entsprechenden Theilungen, das hintere a[illegible] f der Oberseite mit Zähnen versehen ist, welche dazu dienen, die an dem Hebel angebrachte[illegible] Sperrklinken aufzufangen und das Zurückfallen des Hebels beim Reißen des Streifens z[illegible] verhindern. Die Bezifferung der Bogentheilung giebt die Kraftleistung direkt in Kilogramm[illegible] an. An dem kürzeren Ende des Hebels ist mittelst eines Zapfens die obere Einspannklemm[illegible] so befestigt, daß sie sich in der Ebene der Bewegung frei bewegen kann.

Die Messung der Dehnung erfolgt durch die Feststellung der gegenseitigen Verschiebung beider Einspannklemmen. Um diese Verschiebung zu bestimmen, wird die Bewegung der unteren Einspannklemme mittest einer Zugstange e Figur 1 auf den Dehnungshebel K übertragen. An diesem Hebel, welcher sich mittelst einer Hülse um den Zapfen des Gewichtshebels bewegen kann, ist ein Zeiger g angebracht, der sich über zwei an dem Krafthebel befindlichen Bogentheilungen bewegt. Die eine dieser Theilungen giebt die Verlängerung in Millimetern, die andere, 180 mm Streifenlänge vorausgesetzt, direkt in Prozenten an. Das untere Ende der Zugstange ist an einer mit Bremsfeder versehenen Hülse P befestigt, welche sich auf einer mit der Antriebschraube parallelen Gleitstange p bewegen kann. Auf der Gleitstange befindet sich oben eine Schraube S, mit deren Hülfe der Dehnungszeiger bei Anwendung der verschiedenen Gewichte auf seine Nulllage eingestellt wird.

Während des Versuches wird die Gleithülse von einem an der Antriebschraube befestigten Nasenhebel R mitgenommen und durchläuft folglich bis zum Reißen des Streifens, genau denselben Weg wie die untere Einspannklemme.

Da die oberen Arme des Dehnungs- und Krafthebels dieselbe Länge haben, werden die beiden Hebel so lange ihre gegenseitige Lage beibehalten wie der Abstand der beiden Einspannklemmen unverändert bleibt, d. h. der Dehnungszeiger wird in seiner Nulllage verharren; vergrößert sich aber dieser Abstand, so wird der Dehnungshebel einen größeren Winkel als der Krafthebel beschreiben, folglich der Zeiger sich über die Theilung fortbewegen und einen der Verlängerung und der Uebersetzung entsprechenden Stand auf der Dehnungsskala einnehmen.



Sollen nun die Angaben des Dehnungszeigers richtig sein, so muß eine bestimmte von der unteren Einspannklemme beziehungsweise der Gleithülse zurückgelegte Weglänge immer einem bestimmten Weg auf der Bogentheilung entsprechen, gleichgültig in welcher Lage der Krafthebel sich befindet. Daß dies jedoch nicht zutrifft, ergiebt sich leicht bei der Betrachtung nebenstehender schematischer Darstellung. Diese zeigt den Krafthebel in zwei verschiedenen Lagen a a und a' a', entsprechend ungefähr der höchsten und mittleren Lage des oberen Hebelarmes. Der Dehnungszeiger steht in beiden Fällen über demselben Theilstrich der Dehnungsskala, folglich müssen die Bogen a b und a' b' gleich sein.

Sieht man jetzt von dem kleinen Fehler ab, welcher von der nicht ganz parallelen und senkrechten Richtung der Zugstange und des Probestreifens entsteht, so geben die Linien a c und a' b' die Wege der unteren Einspannklemme an. Sie müßten, da die Dehnungsangaben als gleich angenommen waren, in beiden Fällen gleich sein, was offenbar hier nicht zutrifft. Die Angaben des Dehnungszeigers sind bei den mittleren Lagen des Krafthebels zu klein und werden nur für diejenige Lage des Krafthebels richtig, bei welcher die Theilung vorgenommen wurde, im fraglichen Fall bei der Nulllage. Die Fehler

betrugen bis 13,3 % der Gesammtdehnung. Durch Theilen des Dehnungsmaßstabes bei einer mittleren Lage würde der Fehler etwas verringert werden, doch ließe sich in dieser Weise nicht die nöthige Genauigkeit erreichen. Ein Umbau dieses Theiles des Apparates wurde deshalb unbedingt nöthig.

Der Antrieb erfolgt durch eine mit Handrad und Winkelantrieb bewegte Schraube, an deren oberem Ende die Einspannklemme mittelst einer Hülse H (Fig. 3) befestigt ist. Diese Hülse, welche sich auf der Schraube frei bewegen kann, wird von dem Nasenhebel R gehalten und bedingt gleichzeitig das Ein- und Aushaken dieses Hebels in den Absatz der Gleithülse. Beim Hochheben der Einspannklemme wird der Hebel herabgedrückt und greift dann in die Gleithülse. Sobald der Streifen reißt, fällt die Hülse durch ihr Eigengewicht herab und rückt augenblicklich den Nasenhebel aus.

Die Einspannklemme besteht aus zwei Backen, welche mittelst einer Flügelschraube zusammengedrückt werden.

Die Prüfung des Apparates ergab außer den erwähnten Fehlern folgende weniger bedeutende Mängel. Die Anwendung von drei verschiedenen Gewichten gestattet zwar ein genaues Ablesen der Bruchlast, ist aber unnöthig umständlich, da man selbst mit einem einzigen Gewicht eine hinreichende Genauigkeit erreichen kann; auch ist eine Verwechslung der Maßstäbe leicht möglich. Weiter haben die drei Gewichte verschiedene Nulllagen, wodurch der Abstand der Einspannklemmen etwas geändert wird. Beim Wechseln der Gewichte muß deshalb der Dehnungszeiger mittelst der Einstellschraube S (Fig. 3) auf seine Nulllage zurückgebracht werden.

Bei der Kraftmessung ist weiter zu bemerken, daß die Zugkraft, in Folge der kreisförmigen Bewegung des oberen Aufhängepunktes, nicht immer in derselben Richtung wirkt. Die hierdurch bedingten Fehler waren zwar unerheblich, hätten aber durch Berücksichtigung bei der Theilung des Kraftmaßstabes vermieden werden können.

Von den erwähnten Mängeln war nur der bei der Dehnungsvorrichtung vorhandene von solcher Bedeutung, daß ein Umbau nöthig war.

Bei dem vorgenommenen Umbau, welcher zum Theil nach von Prof. Martens ertheilten Rathschlägen ausgeführt wurde, sind jedoch alle die erwähnten Umstände berücksichtigt und die Mängel beseitigt.

Der solcher Art verbesserte Apparat wurde im Dezember 1890 zur Prüfung eingereicht und ist auf Tafel II abgebildet. Da er im wesentlichen dem vorher beschriebenen gleicht, sollen nur diejenigen Theile, welche verändert und verbessert worden sind, besprochen werden.

Statt des oberen Armes des Krafthebels ist ein Bogensegment angebracht, über welches eine Kette läuft. An dem unteren Ende der Kette ist die Einspannklemme befestigt. Um die Einspannung des Streifens zu erleichtern, kann diese Klemme während des Einspannens mittelst eines Hakens T an dem Segment befestigt werden. Durch Anbringen dieser Kette ist es erreicht, daß die obere Klemme sich immer senkrecht über der unteren befindet, wodurch die oben erwähnten Uebelstände wegfallen und die Prüfung eine einfachere wird; ferner ist dadurch eine gewisse zwanglose Beweglichkeit der Klemme während des Versuches erreicht, ohne daß das Einspannen erschwert ist.

Der Krafthebel hat nur ein Gewicht, wodurch die Handhabung des Apparates vereinfacht ist, ohne die erforderliche Genauigkeit zu beeinträchtigen. Das Einstellen des Dehnungszeigers mittelst der Einstellschraube fällt dadurch auch weg. Um die Reibung zu vermindern, bewegt sich das vordere Ende des Zapfens am Krafthebel auf Reibungsrollen. Das hintere Ende geht, um eine sichere Führung zu erreichen, in einem Lager.

An der Dehnungsvorrichtung ist ebenfalls der obere Arm des Hebels durch ein Bogensegment ersetzt, auf welches die Bewegung der unteren Klemme mittelst einer Zahnstange übertragen wird.

Durch die Anwendung von Bogensegmenten statt einfacher Hebelarme wurde erreicht, daß die Bewegungen der beiden Hebel gleichartig und von den verschiedenen Stellungen unabhängig gemacht und dadurch die bei dem zuerst geprüften Apparate vorhandenen Fehler beseitigt sind.

Die Zahnstange, welche sich in einer festen Führung bewegt, drückt fest gegen das Segment, so daß todter Gang fast ausgeschlossen ist. Die hierdurch entstehende Zahnreibung wird vom Antriebe aufgenommen und ist also ohne Einfluß auf die Kraftmessung. Die Reibung der Hülse auf dem Zapfen ist in der Bestimmung der gesammten Reibung des Krafthebels einbegriffen. Da jedoch, in Folge der schnelleren Bewegung des Dehnungshebels gegenüber dem Krafthebel, diese Hülsenreibung in entgegengesetzter Richtung zu der sonstigen Reibung wirkt, so wird sie in der Wirklichkeit niemals den bei der Bestimmung gefundenen Zahlenwerth erreichen.

Die Einspannvorrichtung ist insofern verändert, als die untere Klemme keine seitliche Bewegung hat, auch sind anstatt Schrauben Excenterhebel angebracht. Als eine wesentliche Verbesserung ist die an der Antriebvorrichtung angebrachte Sperrvorrichtung anzusehen, welche das richtige Einstellen der unteren Klemme in die Nulllage sichert.

Figur 14, 15 und 16 zeigen diese Vorrichtung. Um die Welle des Handrades greift ein in senkrechter Richtung beweglicher Rahmen C', welcher von einer Spiralfeder hochgehalten wird. Auf dem Rahmen ist eine Knagge d^2 so angebracht, daß die auf der Welle befindliche Knagge d^1 eben frei vorbei geht, so lange der Rahmen hoch steht. Das untere Ende des Rahmens steht mit einem Hebel h^1 in Verbindung. Wird nun die Antriebschraube durch Drehen des Handrades hochgehoben, so stößt der Ansatz u' gegen den Hebel h', der Rahmen C' wird nach unten gedrückt, die Knagge d^1 stößt gegen d^2 und bewirkt das Stillstehen der Antriebschraube bei der bestimmten Höhe.

Die Handhabung des Apparates ist sehr einfach und ergiebt sich aus dem Vorgesagten von selbst. Beim Aufstellen ist darauf zu achten, daß der Zeiger des unbelasteten Krafthebels auf Null und die Luftblase der an dem Stativ angebrachten Wasserwage in der Mitte einspielt. Wie aus der Tabelle (Seite 79) hervorgeht, ist die Reibung des Krafthebels in der Nähe von Null unbedeutend und sein Einspielen auf Null deshalb sehr befriedigend. Bei der Versuchsausführung ist darauf zu achten, daß der Haken, welcher die obere Einspannklemme während des Einspannens festhält, vor Beginn des Versuchs losgemacht wird, sowie daß die Zeiger des Dehnungs- und Krafthebels in ihren Nulllagen stehen und die untere Einspannklemme ihre höchste Lage inne hat.

Das Einspannen läßt sich in Folge der senkrechten Lage des Streifens sehr leicht und genau bewerkstelligen.

Prüfung des Apparates.

Die Prüfung hat sich erstreckt auf:

a) Den Maßstab für die Kraftmessung in Bezug auf seine Richtigkeit.
b) Die Bestimmung der Reibung.
c) Den Maßstab für die Dehnungsmessung in Bezug auf seine Richtigkeit.
d) Die Entfernung der Einspannklemmen bei der Nulllage des Belastungshebels und dem höchsten Stand der Antriebsschraube.
e) Die Einspannvorrichtung in Bezug auf die Vollkommenheit ihrer Wirkung.

f) Die Vorrichtung zum selbstthätigen Auslösen des Dehnungshebels in Bezug auf die Vollkommenheit ihrer Wirkung.

g) Die mechanische Ausführung des ganzen Apparates, insofern Mängel derselben Einfluß auf die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse haben können.

Prüfungs-Ergebnisse.

a) Prüfung des Maßstabes für die Kraftmessung.

Um die Richtigkeit der Theilung des Kraftmaßstabes zu ermitteln, wurden an den Belastungshebel direkt Gewichte gehängt und der jeweilige Stand des Zeigers über dem Maßstab abgelesen. Die Unterschiede zwischen den Ablesungen und Belastungen bedeuten demnach die Fehler des Maßstabes.

Es sind 5 vollständige Versuchsreihen ausgeführt, wobei zwischen je 2 Versuchen das Gewicht von dem Hebel entfernt und von neuem angebracht wurde. Die ermittelten Werthe sind in der Tabelle A niedergelegt.

Tabelle A.

Belastung in kg	Versuchsreihe	0	5	10	15	20	25	30	
Ablesung am Kraftmaßstab	1	0	5,01	10,01	15,00	20,01	25,02	29,99	Mittlerer Fehler in kg = 0,005
	2	0	4,99	10,00	15,00	19,98	25,00	29,98	
	3	0	5,00	10,01	15,00	20,00	25,01	30,00	
	4	0	5,01	10,01	15,02	20,00	25,01	30,02	
	5	0	5,00	10,00	15,00	20,00	25,01	29,98	
	Summe		25,01	50,03	75,02	99,99	125,05	149,97	
	Mittel		5,00	10,01	15,00	20,00	25,01	29,99	
Fehler	in kg		± 0,00	+ 0,01	± 0,00	± 0,00	+ 0,01	− 0,01	
	in %		0,00	0,10	0,00	0,00	0,04	0,03	

Diese Fehler können für praktische Versuche vernachlässigt werden. Der durch das Zurückfallen des Gewichtshebels entstehende Fehler wurde bei der ungünstigsten Stellung der Sperrhaken zu 0,02 kg berechnet. Auch dieser Fehler kann für praktische Versuche vernachlässigt werden.

b) Bestimmung der Reibung.

Bei der Bestimmung der Reibung wurde der Dehnungshebel am Ständer festgemacht und bei hochgehobenen Sperrhaken alsdann der Gewichtshebel nach unten und nach oben geführt und die Abweichungen von dem dem angehängten Gewichte entsprechenden Theilstrich abgelesen. Die Abweichungen sind in der Tabelle B zusammengestellt.

Tabelle B.

Belastung in kg	Versuchsreihe	0,0		10,0		20,0		29,5		
		nach unten	nach oben	nach unten	nach oben	nach unten	nach oben	nach unten	nach oben	
Abweichungen in kg	1	0,00	0,00	0,06	0,09	0,12	0,13	0,22	0,21	
	2	0,01	0,00	0,06	0,10	0,12	0,17	0,21	0,23	
	3	0,00	0,00	0,09	0,08	0,14	0,13	0,21	0,21	
	4	0,01	0,00	0,05	0,08	0,13	0,16	0,20	0,22	
	5	0,00	0,01	0,09	0,07	0,13	0,13	0,22	0,20	
	Summe	0,02	0,01	0,35	0,42	0,64	0,72	1,06	1,07	
	Mittel	0,004	0,002	0,070	0,084	0,128	0,144	0,212	0,214	
Mittlere Abweichung	in kg	0,003		0,077		0,136		0,213		
	in %	—		0,77		0,68		0,72		

Der Reibungsfehler würde also im ungünstigsten Falle 0,77 % der Gesammtbe betragen. Dieser Fehler verschwindet aber zum größten Theil, weil der Apparat sich w des Versuches niemals in absoluter Ruhe befindet; er ist demnach für praktische Versuch wesentliche Bedeutung.

c) Prüfung der Maßstäbe für die Dehnung.

Die Dehnungsmaßstäbe wurden in der Weise geprüft, daß an dem unteren En Zugstange für den Dehnungshebel ein Zeiger befestigt wurde und hinter diesem an dem ein Millimetermaßstab. Die Zugstange wurde nun mittelst der Antriebschraube un Nasenhebel stufenweise, um jedesmal 5 beziehungsweise 9 mm nach abwärts bewegt u jedesmalige Stand des Zeigers am Dehnungshebel über den Dehnungsmaßstäben abg Die Unterschiede zwischen den Ablesungen an den Dehnungsmaßstäben und am Milli maßstab bedeuten demnach die Fehler der ersteren. Für jeden Maßstab sind 5 vollst Versuchsreihen ausgeführt worden bei 5 verschiedenen Stellungen des Gewichtshebels. ermittelten Werthe sind in Tabelle C und D niedergelegt.

Tabelle C. Millimetermaßstab.

Ablesung am Millimetermaßstab mm	Stand des Gewichtshebels	0	5	10	15	20	25
Ablesung am Millimetermaßstab des Apparates	0	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	5	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	10	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	20	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	30	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Mittel		0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Fehler		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle D. Prozentmaßstab.

Ablesung am Millimetermaßstab mm	Stand des Gewichtshebels	0	9	18	27
Ablesung am Dehnungsmaßstab %	0	0,0	5,0	10,0	15,0
	5	0,0	5,0	10,0	15,0
	10	0,0	5,0	10,0	15,0
	20	0,0	5,0	10,0	15,0
	30	0,0	5,0	10,0	15,0
Mittel		0,0	5,0	10,0	15,0
Fehler		0,0	0,0	0,0	0,0

Die Theilung der Dehnungsmaßstäbe ist also ohne bemerkbaren Fehler. Der in der Dehnung, welcher in Folge des etwaigen Zurückfallens des Gewichtshebels beim Zer des Streifens entstehen kann, beträgt im ungünstigsten Falle 0,03 %. Dieser Fehler von den Beobachtungsfehlern der gewöhnlichen Prüfung weit überragt und kann deshal nachlässigt werden.

d) Die Entfernung der Einspannklemmen bei der Nullage des Belast hebels und dem höchsten Stand der Antriebschraube wurde mittelst eines Stichmaßes best Dieser Abstand betrug genau 180 mm.

e) Prüfung der Einspannvorrichtung.

Die Einspannvorrichtung soll so wirken, daß der Probestreifen am äußersten Ende des Maules sicher erfaßt wird und grade aus demselben heraustritt. Diese Bedingungen sind bei der vorliegenden Einspannvorrichtung erfüllt.

f) Prüfung der Vorrichtung zum selbstthätigen Auslösen des Dehnungshebels.

Die Vorrichtung soll so wirken, daß, sobald der Streifen reißt, der Nasenhebel durch die herunterfallende Klemme von dem Ansatz der Zugstangenhülse sicher abgehoben wird. Diese Bedingung war bei dem vorliegenden Apparat erfüllt.

g) Prüfung auf Mängel der mechanischen Ausführung.

Die Prüfung der mechanischen Ausführung der gesammten Maschinentheile hat Mängel, welche Einfluß auf die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse haben könnten, nicht ergeben.

Aus den mitgetheilten Prüfungsergebnissen geht hervor, daß der Apparat eine für Prüfung von Papier hinreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzt. Die solide und kräftige Ausführung des Apparates, welche eine Aenderung durch Beschädigung fast ausschließt — jedenfalls würde eine solche sofort bemerkbar werden, — läßt denselben auch für diejenigen, welche mit der Handhabung ähnlicher Apparate weniger vertraut sind, als geeignet erscheinen.

---

3. Die Hüblsche Jodadditionsmethode.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde.

Obwohl die Literatur über das von Baron v. Hübl eingeführte Jodadditionsverfahren zur Prüfung der Reinheit von Harzen, Fetten, Talg, Butter, fetten Oelen und ätherischen Oelen u. s. w. äußerst reichhaltig ist, so sind die Ansichten über die Zuverlässigkeit der Methode und ihre Fehlerquellen trotzdem noch nicht zu vollständiger Klarheit gelangt; eine nochmalige experimentelle Prüfung aller gegen die genannte Methode erhobenen Zweifel und Einwände erschien daher gerechtfertigt. Ohnehin aber erschien mir eine erneute kritische Untersuchung des Verfahrens in seiner Anwendung auf fette Oele schon deshalb erforderlich, weil bei einer größeren Zahl von genau nach der Benedikt'schen Vorschrift[1]) ausgeführten Versuchen mit ein und denselben Oelen zu verschiedenen Zeiten oft erhebliche Abweichungen gefunden wurden, welche schwerlich ihren Grund in mangelhafter Versuchsausführung haben konnten.

Um den Leser kurz in den zu behandelnden Gegenstand einzuführen, sei bemerkt, daß man unter Jodzahl die von Körpern wie Harz, Fett, Oel u. s. w. absorbirbare Jodmenge bezogen auf 100 g der Substanz versteht. Es handelt sich also bei der Feststellung der Jodzahl um Bestimmung einer absoluten Größe, so daß man an eine Methode zur Bestimmung der Jodzahl die Anforderung stellen muß, daß sie die höchste von dem Oele aufzunehmende Jodmenge zu ermitteln gestattet. Daß die Zahlen in diesem Sinne genau ermittelt werden, ist von höchster Wichtigkeit, da sie neben anderen Eigenschaften der zu untersuchenden Stoffe die wichtigste analytische Grundlage zur Beurtheilung der Reinheit der fraglichen Körper bilden. Trotz der bereits zahlreich erschienenen Arbeiten über diesen Gegenstand, genügt

[1]) Diese Vorschrift wurde in neuerer Zeit als besonders zuverlässig bezeichnet.

jedoch, wie ich im Folgenden nachweisen werde, die bislang als maßgebend betrachtete Form der Methode den oben erwähnten Anforderungen noch nicht; demgemäß sind auch die bisher gefundenen Jodzahlen mehrfach erheblich zu verbessern, und die analytische Brauchbarkeit des Verfahrens ist der genaueren Begrenzung zu unterziehen.

Das Hüblsche Verfahren besteht bekanntlich im wesentlichen darin, daß man eine gewogene Menge des Oeles (0,2—0,4 g) mit einem Ueberschuß einer Lösung von Jod- und Quecksilberchlorid in 95prozentigem Alkohol versetzt und nach zweistündigem Stehen die nicht absorbirte Jodmenge mit einer Lösung von Natriumthiosulfat zurücktitrirt. Baron von Hübl hatte bereits bei Veröffentlichung seiner Methode gleichzeitig einige Fehlerquellen, wie Einfluß der Einwirkungsdauer der Jodlösung, Konzentration und Ueberschuß und Menge der angewandten Substanz erörtert. Als sich jedoch das Verfahren weiterhin Eingang verschaffte, wurde eingeworfen, daß noch nicht alle Fehlerquellen, insbesondere der Einfluß der Konzentration der sich beständig im Titer ändernden Jodlösung, sowie die Bedeutung eines mehr oder weniger großen angewandten Jodüberschusses in genügendem Umfange berücksichtigt waren. Die Berechtigung dieser Einwände zeigte sich in der außerordentlich großen Verschiedenheit der Jodzahlen, welche von verschiedenen Beobachtern bei den gleichen Oelarten gefunden wurden.

Nach der vorangehenden allgemeinen Betrachtung will ich nun in möglichster Kürze das vorhandene Literaturmaterial wiedergeben, um alsdann die von mir erhaltenen Versuchsergebnisse mitzutheilen.

Wie bereits oben bemerkt wurde, hat Hübl schon in der Originalabhandlung[1]) über das von ihm entdeckte Verfahren auf die Nothwendigkeit eines genügenden Jodüberschusses hingewiesen. Dementsprechend hat er die Vorschrift zur Ausführung des Verfahrens bei Oelen folgendermaßen festgesetzt:

> 0,2 — 0,3 g von trocknenden, 0,3 — 0,4 g von nichttrocknenden Oelen werden in einer etwa 200 ccm fassenden mit gut geschliffenem Glasstopfen versehenen Glasflasche in 10 ccm Chloroform gelöst, worauf man 20 ccm Jodlösung (Lösung von 25 g Jod und 30 g Quecksilberchlorid in 1 Liter Alkohol) hinzufließen läßt. Falls jedoch beim weiteren Stehen Entfärbung der Flüssigkeit eintritt, muß man weitere 5 oder 10 ccm zusetzen. Da man die Jodlösung $1^1/_2$ bis 2 Stunden auf die Oellösung einwirken läßt, so muß noch am Ende dieser Zeit die ganze Flüssigkeit stark braun gefärbt erscheinen. Nach dieser Zeit wird die Lösung mit 10 bis 15 ccm Jodkaliumlösung (1 g Jodkalium in 10 g Wasser) und nach dem Umschwenken mit etwa 150 ccm Wasser versetzt, und der noch vorhandene Jodüberschuß mit Natriumthiosulfatlösung (24 g in 1 Liter Wasser) unter späterem Zusatz von Stärkekleister als Indikator zurücktitrirt. Unmittelbar vor oder nach dem Versuch wird mit 10 ccm der Jodlösung das Verhältnis der letzteren zur Natriumthiosulfatlösung festgestellt.

Hübl giebt also über die Menge des anzuwendenden Jodüberschusses keine bestimmten Minimalgrenzen an und sieht in der Verschiedenheit der Konzentration der Jodlösung, welche bekanntlich stetig im Titer abnimmt, keine Fehlerquelle, wenn nur in der von ihm angeführten Weise für einen genügenden Jodüberschuß Sorge getragen wird.

Benedikt hat nun zunächst die obige Vorschrift von Hübl in sein Werk über „Analyse der Fette und Wachsarten“[2]) aufgenommen und äußert sich ebenfalls dahin, daß die

[1]) „Dingler Bd. 253.“ S. 281.

[2]) Berlin 1886, Verlag von Julius Springer.

haltenen Zahlen bei genügendem Jodüberschusse konstant und unter diesen Umständen unabhängig sind von Konzentration der Jodlösung und Zeitdauer der Einwirkung.

Nachdem inzwischen auch von Dietrich[1]) und Herz[2]) die Jodzahlen einiger Oele und ihrer Mischungen mit anderen Oelen festgestellt waren, erschien aber eine über das Hüblsche Verfahren in der bisherigen Form sehr abfällig urtheilende Arbeit von Schweißinger[3]). In dieser Abhandlung wurde aus einer größeren Reihe von Versuchen der Schluß gezogen, daß

1. die Hüblsche Jodlösung von zu großer Veränderlichkeit ist, um als Titrirflüssigkeit benutzt werden zu können,
2. die erhaltenen Jodzahlen bei konzentrirteren Lösungen höher, bei verdünnteren niedriger ausfallen, und
3. die erhaltenen Jodzahlen keinen Schluß auf die Menge der Beimischung eines Oeles gestatten.

Schweißinger fand beispielsweise für ein Leinöl die Jodzahl 172,8 mit einer Jodlösung von der 10 ccm 19 ccm der Natriumthiosulfatlösung entsprachen, während er mit einer Jodlösung, von welcher 10 ccm nur 9,5 ccm Natriumthiosulfatlösung entsprachen, die Jodzahl 142,9 bei dem gleichen Oele fand. Ueber die Menge des angewandten Jodüberschusses sind leider keine Angaben vorhanden, jedoch ist anzunehmen, daß der Verfasser die Hüblsche Vorschrift inne gehalten, d. h. dafür Sorge getragen hat, daß die mit Jodlösung versetzte Chloroformlösung des Oeles noch nach $1^1/_2$—2-stündiger Einwirkung stark braun gefärbt erschien.

Gegen die Abhandlung von Schweißinger wendet sich nun Benedikt[4]), indem er die von ersterem erhaltenen zu niedrigen Zahlen einfach auf einen zu geringen Jodüberschuß zurückführt. Gleichzeitig aber fand er, daß auch die von Hübl selbst für trocknende Oele gefundenen Zahlen noch zu niedrige waren, und daß man zur Erlangung richtiger Zahlen mindestens einen Jodüberschuß von 30% anwenden muß. Hiernach wäre bereits die Bedingung, daß die Mischung von Oel und Jodlösung beim Beginn des Titrirens stark braun gefärbt sei, als unzureichend gekennzeichnet, da die starke Bräunung auch bei bedeutend geringerem Jodüberschusse zu beobachten ist. Benedikt empfiehlt für trocknende Oele auf 0,30 bis 0,36 g 50 ccm Jodlösung, auf 0,15 bis 0,18 g Oel 25 ccm Jodlösung anzuwenden. Hübl gab später selbst zu, daß er im Hinblick auf die von Benedikt betonten Anforderungen allerdings einen zu geringen Ueberschuß angewendet habe, und dementsprechend fallen auch seine Zahlen für trocknende Oele wesentlich niedriger aus als die Benedikt'schen, wie folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 1.

Art des Oeles	Jodzahl	
	Benedikt	Hübl
Leinöl	170—181	156–160
Hanföl	157,5	143
Nußöl	145,7	142—144
Mohnöl	141,4	135–137

Merkling[5]) schlägt vor, die Jodlösung und Sublimatlösung gesondert aufzubewahren und erst zum Gebrauch zu mischen, und stellt fest, daß die Dauer der Einwirkung und die

[1]) „Helfenbergers Annalen" 1886.
[2]) „Repert. f. analyt. Chemie" 1886. S. 605.
[3]) „Pharm. Centralhalle" 1887, Nr. 12. S. 147.
[4]) „Zeitschrift für chem. Industrie" (später „Zeitschr. f. angew. Chemie") 1887. Heft 8.
[5]) „Chemikerztg." 1887, Nr. 22.

Konzentration der Lösungen das Resultat bei nichttrocknenden Oelen nicht beeinflußt. Auch Peters[1]) stimmt dieser Ansicht bei, nachdem schon vorher Dietrich[2]) in einer weiteren Abhandlung die Einwände Schweißingers für nichttrocknende Oele widerlegt zu haben glaubte. F. Brüche[3]) fand, daß die Jodzahlen, welche nach zweistündiger Einwirkung der Jodlösung auf die Oele erhalten werden, noch nicht diejenige Jodmenge angeben, welche die Oele aufzunehmen vermögen. Nach 24-stündiger Einwirkung war dagegen das Maximum erreicht.

Auf die Arbeit von Dietrich glaube ich etwas ausführlicher eingehen zu müssen, weil sich einerseits seine Versuche in derselben Richtung bewegten wie die meinigen und auch gleiche Ergebnisse geliefert haben, anderseits aber die von Dietrich aus seinen Versuchen gezogenen Schlüsse den aus den hiesigen Ergebnissen hervorgehenden Folgerungen widersprechen. Um den etwaigen Einfluß verschiedener Konzentration der Jodlösung oder eines mehr oder weniger großen Ueberschusses der letzteren bei gleicher Konzentration nachzuweisen, bestimmte Dietrich bei einer größeren Anzahl von Oelen die Jodzahl mit zwei verschieden starken Jodlösungen unter Anwendung von je 20 ccm der letzteren als Zusatz zum Oele. Andererseits bestimmte er bei denselben Oelen die Jodzahl, indem er die einzelnen Oele mit je 20, 30, 40 und 50 ccm der Jodlösung bei gleicher Konzentration der letzteren versetzte. Die von ihm erhaltenen Ergebnisse seien in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tabelle 2.

Name der Oele	Jodzahlen, erhalten mit derselben Jodlösung und denselben Oelen		Jodzahlen, gewonnen mit gleichem Oel und verschiedenen in Kubikcentimetern angegebenen Mengen der gleichen Jodlösung							Differenz der fünf Jodzahlen unter sich
	Jodlösung, nach 3 Tagen, 20 ccm = 32,3 ccm $Na_2S_2O_3$	Jodlösung, 8 Wochen alt, 20 ccm = 17,6 ccm $Na_2S_2O_3$	20 ccm Jodlösung = ccm $Na_2S_2O_3$	Angewandte ccm Jod						
				20	30	40	50	60	80	
a. Ol. Lini (selbst hergestellt)	161,9	155,3	36,0	—	—	170,6	176,1	180,9	—	155,3 – 180,9 = 25,6
b. Ol. Lini (käufliches, anscheinend ächt)	148,8	146,5	38,4	—	—	174,0	—	180,1	183,4	146,5 – 183,4 = 36,9
Ol. Nuc. Jugland	147,9	148,6	33,4	—	149,3	150,5	151,7	—	—	147,9 – 151,7 = 3,8
Ol. Jecoris Aselli citrinum	142,5	139,6	34,6	—	144,6	145,8	146,8	—	—	139,6 – 146,8 = 7,2
Ol. Jecoris Aselli album	142,1	144,0	34,4	—	145,7	148,5	152,6	—	—	142,1 – 152,6 = 10,5
Ol. Papaveris	140,3	137,7	33,4	—	138,4	139,5	138,4	—	—	137,7 – 140,3 = 2,6
Ol. Helianthi	125,2	122,5	34,4	—	125,5	127,2	128,0	—	—	122,5 – 128,0 = 5,5
Ol. Sesami	110,9	108,0	33,0	110,1	111,7	110,6	—	—	—	108,0 – 111,7 = 3,7
Ol. Gossypii	103,2	102,0	37,5	103,6	104,2	104,3	—	—	—	102,0 – 104,3 = 2,3
Ol. Amygdalar dulc. Gallic.	101,9	98,7	34,6	100,3	99,8	101,3	—	—	—	98,7 – 101,9 = 3,2
Ol. Rapae	100,5	98,6	33,0	100,5	104,2	105,3	—	—	—	98,6 – 105,3 = 6,7
Ol. Amygdalar dulc. Angl.	98,6	96,2	32,2	98,4	98,8	99,2	—	—	—	96,2 – 99,2 = 3,0
Ol. Arachis	87,3	88,8	37,5	90,2	90,4	90,5	—	—	—	87,3 – 90,5 = 3,2
Ol. Ricini Ostindicum	84,8	85,2	33,1	84,8	84,5	85,1	—	—	—	84,5 – 85,2 = 0,7
Ol. Ricini Italicum	84,4	84,5	31,1	84,2	84,0	84,1	—	—	—	84,0 – 84,5 = 0,5
Ol. Olivar. Provinc.	83,8	83,2	33,0	83,9	84,9	83,9	—	—	—	83,2 – 84,9 = 1,7
Ol. Olivar. album (gebleicht)	77,2	77,6	31,1	78,4	78,8	79,4	—	—	—	77,2 – 79,4 = 2,2

[1]) Kritische Studien über die Prüfung der vegetabilischen Oele auf ihre Verfälschungen. Inauguraldissertation Erlangen 1888.

[2]) „Pharm. Centralhalle" 1887, 41 S. 510.

[3]) „Apoth. Ztg." 1890. 5, 493.

Aus den vorstehenden Ergebnissen hebt der Verfasser hervor, daß nur bei den ersten 5 der nachfolgend aufgeführten Oele erhebliche Differenzen bestehen.

Tabelle 3.

Art des Oeles	Differenz der Jodzahl	Art des Oeles	Differenz der Jodzahl
Oleum Lini b	36,9	Oleum Amygdalarum . .	
Oleum Lini a	25,6	Oleum Arachis	nicht
Oleum Jecoris Aselli alb. .	10,5	Oleum Gossypii	
Oleum Jecoris Aselli citr. .	7,2	Oleum Nucis Juglandis. .	größer
Oleum Rapae	6,7	Oleum Olivarum	als
Oleum Helianthi	5,5	Oleum Papaveris	3,8
—	—	Oleum Ricini	
—	—	Oleum Sesami.	

Seine Schlußfolgerungen faßt Dietrich in folgende Sätze zusammen:

1. Die Veränderlichkeit der Jodlösung ist so leicht kontrolirbar, daß daraus kein Hinderniß für Anwendung und Zuverlässigkeit der Methode entsteht.
2. Die erhaltene Jodzahl kann nur die Menge des an das Oel gebundenen Jods ausdrücken, da sonst (?) bei Anwendung der anderthalbfach und doppelten Menge Jodlösung höhere Zahlen resultiren müssen.[1]) Eine nennenswerthe Ausnahme macht nur Leinöl.
3. Die erhaltenen Jodzahlen sind nur beim Leinöl bei konzentrirten Lösungen höher und bei allen andern Oelen gleich.
4. Mit Ausnahme des Leinöls ist es sehr wohl möglich, die Vermischung zweier Oele, deren Jodzahlen nicht zu nahe beisammen liegen, mit der Hüblschen Methode zu erkennen.

Eine derartige Widerlegung der Einwürfe Schweißingers durch Dietrich scheint mir eine etwas gewagte zu sein und einen auffälligen Widerspruch gegen die von dem letztgenannten Verfasser selbst gefundenen Zahlen zu bedeuten, zumal bei den oben mitgetheilten Ergebnissen gar nicht abzusehen ist, um wie viel bei noch größerem Ueberschusse von Jodlösung und größerer oder geringerer Konzentration der letzteren die angeführten Differenzen noch zu erweitern sind. Während Dietrich in den meisten der von ihm angeführten Fälle bei größerem Jodüberschusse größere Jodzahlen erhalten hat, stellt er dies abgesehen von Leinöl im Satz Nr. 2 wieder direkt in Abrede; ebenso widerspricht Satz 3 den erhaltenen Versuchsergebnissen. Der 4. Satz dagegen erscheint nicht genügend klar, und ein näheres Eingehen darauf ist deswegen unmöglich. Abgesehen davon läßt sich aus den mitgetheilten Ergebnissen die Konzentration der Jodlösung nicht genau ersehen, weil diejenige der Natriumthiosulfatlösung nicht angegeben ist, ebenso ist auch kein nur ungefähres zahlenmäßiges Verhältniß des Jodüberschusses festzustellen, da die Menge des jedes Mal angewandten Oeles nicht angeführt ist. Schon aus diesem Grunde ist ein genaues Eingehen auf die vorstehenden Zahlen nicht möglich. Nur soviel scheint mir aus denselben schon unzweifelhaft hervorzugehen, daß sowohl die Verschiedenheit der Konzentration wie des Ueberschusses an Jod zu sehr beträchtlichen Abweichungen Veranlassung geben können, und daß der Einfluß beider Faktoren um so größer ist, je größer die Jodzahl ist.

[1]) Letzteres ist nach den Versuchen von Dietrich aber der Fall. (Anm. des Verf.)

Die Aufgabe, die ich mir hiernach zu stellen hatte, war nunmehr folgende:

1. Bei welchem Ueberschusse an Jodlösung werden die erhaltenen Jodzahlen bei gleicher Konzentration konstant?
2. Wie groß sind die bei gleichen oder annähernd gleichen Jodüberschüssen mit verschieden konzentrirten Jodlösungen erhaltenen Jodzahlen, beziehungsweise die Abweichungen der letzteren untereinander?
3. Wie muß die Versuchsausführung angeordnet werden, damit die Methode in den Händen verschiedener Beobachter bei gleichen Oelen unter allen Umständen hinreichende Uebereinstimmung der Jodzahlen giebt und die möglichst genaue Feststellung des wirklichen Jodaufnahmevermögens gestattet?

Neben den beiden ersten Hauptfragen wurde noch der Einfluß der Einwirkungsdauer der Jodlösung mehrfach untersucht und gleichzeitig auch auf andere mehr oder weniger ins Gewicht fallende Fehlerquellen Rücksicht genommen. Die in der folgenden Tabelle 4 zusammengestellten Versuche behandeln zunächst nur die wichtigsten der genannten Faktoren.

Von einer Mittheilung der jedesmal angewandten Stoffmenge und der zum Zurücktitriren benutzten Natriumthiosulfatlösung glaubte ich im Interesse der leichteren Uebersicht Abstand nehmen zu können, zumal in Spalte 4 und 5 durch vorherige Berechnung die wichtigeren Zahlen bereits gegeben sind, und demnach die ersteren Angaben kein weiteres Interesse haben. Es sei daher nur allgemein bemerkt, daß von trocknenden Oelen in der Regel etwa 0,2 g, von nichttrocknenden etwa 0,3 g zur Anwendung gelangten. Die Abwägung des Oeles geschah anfänglich in kleinen etwa 1 cm hohen und 1 cm weiten Gläschen, welche direkt in die mit eingeschliffenem Glasstopfen versehene Glasflasche von etwa 300 ccm Inhalt geworfen wurden. Diese Art der Abwägung, welche sich einerseits wegen des häufigen Zerbrechens der Gläschen beim Hineinwerfen in die Flaschen oder beim nachherigen Schütteln, andererseits wegen des zuweilen eintretenden Verspritzens von Oel als unzweckmäßig erwies, wurde bald verlassen und das Oel auf folgende Weise abgewogen: Ein kleines 1 cm weites 2,5 cm hohes Becherglächen wurde mit einem Glasstäbchen von 3 cm Länge (beiderseitig zugeschmolzenes Capillarröhrchen) versehen, bis zu $^3/_4$ mit dem zu prüfenden Oel gefüllt und gewogen: Dann wurden bei trocknenden Oelen etwa 9—10 Tropfen, bei nichttrocknenden 13—14 Tropfen aus dem Gläschen an dem Glasstab entlang in die Schüttelflasche gegossen, worauf das Gläschen mit Oel zurückgewogen wurde. Da gewöhnlich 2 oder 3 Proben von jeder Oelsorte gleichzeitig untersucht wurden, so wurden auch die weiteren Proben auf gleiche Weise aus dem Gläschen entnommen.

Bei Anwendung von 20 bis 30 ccm Jodlösung wurden anfänglich nur 10 ccm Chloroform zum Lösen benutzt, und eventuell später bei etwa erfolgender Trübung noch einige ccm hinzugefügt. Bei Anwendung von 50 ccm Jodlösung wurden sofort 15—18 ccm Chloroform, bei Zusatz von 60 oder 70 ccm Jodlösung aber 20 ccm Chloroform benutzt. Die Menge der Jodkaliumlösung mußte bei ursprünglicher Anwendung von 50 ccm Jodlösung auf 40 ccm, bei 60 und 70 ccm Jodlösung auf 50 bemessen werden, wenn die unzulässige Ausscheidung der rothen Substanz beim Wasserzusatz vermieden werden sollte. Der Wasserzusatz betrug in diesen Fällen 110—120 ccm. Die benutzten Schüttelflaschen hatten den Inhalt von etwa 300 ccm. Die Richtigkeit der Theilung an den Büretten wurde besonders untersucht und nach dem Ablassen der Lösungen stets auf das Nachfließen der an den Wandungen der Bürette haftenden Flüssigkeit Rücksicht genommen.

Tabelle 4.

Uebersicht über die unter verschiedenen Umständen erhaltenen Jodzahlen.

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Bettdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
1 Leinöl I 128	23/1. 91	50	2309	69	2	179
	24/1. 91	70	2291	78		181,8
		60		68		175,5
	26/1. 91	70	2257	77		180,7
		60		72		176,8
	5/2. 91	75	2105	78		177,6
		70		77		178,7
		70		76		176,2
		60		74		177,2
	24/9. 90	24,9	2094	18,5		151,1
	10/4. 91	60	2051	72		172,1
		54,5		69		172,5
	7/1. 91	60	2030	71		176,0
		50		68		173,2
		55		64		171,4
	3/7. 89	30	1995	18,8		155,0
2 [1] Leinöl I 75	8/7. 89	25	1910	15,8	2	160,4
	9/7. 89	30	1860	15,9		154,0
3 Leinöl I 131	13/12. 90	61	2356	68	2	181,5
		50		66	2¼	180,8
	26/1. 91	70	2257	76	2	179,0
		60,3		72		178,8
	10/5. 90	25	2220	40		158,5
				26		160,1
	5/2. 91	75	2105	77		180,9
		70		74		176,9
		60		69		176,8
	7/1. 91	60	2030	71		172,9
		55		63		171,4
		50		63		170,4
4 Hanföl I 106	19/11. 90	55	2399	72	2	175,2
		50		66		174,4
		30		56		169,4
	22/1. 91	50	2342	71		175,6
		60		69		175,3
	27/11. 90	60	2183	70		170,1
	23/9. 90	25,2	2166	16,2		156,7
	4/12. 90	60	2067	71		169,6
		50		62		166,2
	5/1. 91	50	2059	64		166,8
	?	20	1959	8,2		149
	6/1. 91	50,5	1947	68		166,1
		50		64		163,2
				61		163,0

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Bettdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
4 Hanföl I 106	7/11. 90	38	1703	31	2	157,0 [2]
		35,1		22		152,9
		25		13,2		147,7
		25		4,4		189,9
	8/11. 90	50	1690	46		159,6
				46		158,1
		37		42		157,2
		40		41		157,3
	17/4. 91	70	1649	66		160,5
		60		57		157,8
	18/11. 90	67	1625	64		164,4
		50		58		162,2
		53		51		160,6
5 Mohnöl I 175	20/9. 90	20	2249	17	2	137,3
				11,5		138,9
	17/3. 90	50	2209	72	3¾	138,6
				71	3½	137,7
				71	2	140,2
				67		139,2
	15/4. 91	74	1663	68		139,5
		70		64		138,9
	30/7. 90	30,2	1282	16		124,3
		30,1		15		119,4
6 Mohnöl I 192	20/11. 90	50	2367	71	2	(144,0)
		40		65		141,2
	18/9. 90	25	2321	30		142,2
	19/8. 90	40	2297	23		140,2
	22/11. 90	50	2291	74		142,5
				70		143,6
	11/10. 90	37	1872	29	3	140,7
		38		28		139,8
		27		9,0	3	135,3
		28		5,7	3	138,3
	15/8. 90	30	1126	6,3	2	117,5
				4,0		110,6
7 Gemisch von Mohnöl und Sesamöl I 107	17/3. 91	65,1	2209	79	3½	135,0
		50		74	2	135,6
				73,4	2	134,5
				73	20	135,1
				72,5	3½	133,4
				72,4	20	134,2
	7/6. 90	30,1	1696	18,3	2	129,6
	6/6. 90	25	1684	31,4	2	126,3
				24,0		124,1
	9/5. 90	30	1534	19,3		129,9

[1] Zu Nr. 2. Für eine größere Anzahl von Versuchen war nicht hinreichend Material vorhanden.

[2] Benedikt, welcher einen Ueberschuß von mindestens 30 % Jod verlangt, giebt die Jodzahl für Hanföl 157,5 an.

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Zeitdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
8 Gemisch von Mohnöl und Sesamöl I 154	13/12. 90	60	2356	77	2	121,8
	23/1. 90	60	2309	82		123,9
		50		80		120,9
	26/11. 90	60	2202	82		(118,7)
		50		79		(113,4)
		40		73		(117,1)
	27/11. 90	60	2183	81		(117,2)
				79		(118,5)
	23/9. 90	19,9	2166	38		122,2
	24/9. 90	20,1	2094	21		116,9
	5/1. 91	60	2059	77	18	122,8
		50		75		121,9
	6/1. 91	60	1947	79	2	122,8
		50		72		116,0
	3/11. 90	23,1	1729	24		118,6
		21,1		10		107,5
	18/11. 90	50	1625	65		120,2
		41		58		119,7
	1/7. 90	25	1485	20		114,4
	10/7. 90	29	1460	10,4		112,9
9 [1] Mohnöl I 113	13/2. 91	50	2420	65	2	139,7
			2408	67	4	141,2
	16/2. 91	60	2300	73	2	143,0
		50		68		142,7
	24/4. 90	35	1681	21		140,8
	25/4. 90	30	1669	19,3		138,4
	23/4. 90	30,2	1227	12,5		135,1
10 Sesamöl I 133	13/2. 91	60	2408	78	2	105,9
		50		74		104,9
	16/2. 91	50	2300	72		106,5
		50,4		66	4	106,6
	19/5. 90	25	2220	53	2	102,9
				40		100,9
11 Sesamöl I 174	20/9. 90	20	2249	25	2	106,3
	9/3. 91	50,3	2233	74	2	109,8
		50		74	5½	110,5
		50		71	2	108,0
		50		69	3¾	109,2
	23/9. 90	19,9	2166	21	2	(109,5)
	15/8. 90	30	1126	15,0		96,6
				5,3	6	92,3
12 Baumwollsaatöl I 132	13/2. 91	50	2414	81	4	116,1
		57,8	2408	75	2	116,8
	18/2. 91	50	2228	72	5	113,2
		67,1		71	2	(107,5)
12 Baumwollsaatöl I 132	23/2. 91	50	2216	65	3	114,6
			2208	69	5	114,2
	25/5. 90	25	2123	46	2	107,7
				31		107,0
13 Baumwollsaatöl I 112	23/2. 91	50	2216	69	2	109,1
			2208	72	5	109,8
				67		110,4
	20/5. 90	25	2123	44	2	104,2
				31		102,4
14 Senfsaatöl I 147	14/3. 91	50	2290	73	4¾	114,6
				72		114,5
				72	2	115,9
				71		115,6
				72	25½	115,3
				71		115,4
	27/9. 90	20	2071	26	2	107,3
	29/9. 90	20	2035	18		107,7
	16/7. 90	25	1330	9		101,5
	30/7. 90	30	1282	21		100,5
15 Rohes Rüböl 5b	12/12. 90	60,2	2400	76	2	107,6
		50		73		107,8
	20/11. 90	45	2367	70		104,6
		35		64		103,4
		25		57		102,9
	22/11. 90	40	2291	72		(110,4)
		45		72		107,0
	24/11. 90	60	2233	77		105,7
		50,3		72		106,0
	2/10. 90	20	1964	20		98,5
	29/3. 90	25	1946	33		102,1
				31		100,6
	3/11. 90	30	1729	36		100,6
		20,1		11,6		95,9
16 Rohes Rüböl 49c	20/11. 90	45	2367	70	2	107,1
		35		66		105,6
		25		59		103,3
	24/1. 91	60	2291	82		106,0
		50,9		73		105,7
	24/11. 90	60	2233	76		(104,2)
	4/12. 90	60	2067	74		(103,5)
		60		69		(102,7)
	6/12. 90	60	2053	76		106,9
	8/12. 90	50	2041	70		106,9
		60		69		107,0
	1/10. 90	20	2023	30		101,0
	30/9. 90	20	1999	27		100,8

[1] Das Oel sollte angeblich Sesamöl sein, giebt aber nicht die Baudouin'sche Zuckerprobe und zeigt die Jodzahl des Mohnöles.

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Reibdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
16	Aug. 89	25,5	1360	12,9	2	93,9
Rohes	"	25	1339	8,8	2	91,2
Rüböl	"		1321	15,0	2	91,6
49c						
17	24/1. 91	60	2291	79	2	102,7
Rohes		50		76		102,1
Rüböl	22/11. 90	50	2233	73		101,9
49d	26/11. 90	60	2202	87		101,7
		50		74		101,5
		40		67		100,1
	6/12. 90	60	2053	72		103,0
		50		69		102,2
	8/12. 90	60	2041	68		102,9
		50		67		102,6
	1/10. 90	20	2023	10,5		96,5
	30/9. 90	20	1999	29	$2^1/_4$	96,6
	29/4. 90	30	1598	35	2	(90,5)
	Aug. 89	30	1360	24		(98,6)
	"	30	1339	17,7		93,2
	"	30	1321	19,0		91,8
18	3/4. 91	50	2145	73,5	2	102,9
Rohes		51		71,2		102,6
Rüböl	15/4. 91	70	1663	73,3		102,2
I 34I		60		69,4		102,3
19	25/11. 90	60	2202	77	2	102,8
Rohes		50		72		102,1
Rüböl		40		65		101,4
81a	25/9. 90	20	2118	18,3		99,2
		20,2		16,1		96,0
	4/12. 90	60	2067	77		102,0
		50		72		101,1
	3/5. 90	25	1603	21		95,5
	28/4. 90	25	1571	19,2	$6^1/_2$	87,7
	2/5. 90	25		13,6	2	92,3
	März 90	30	1221	18,5		93,1
				8,0		88,1
20	26/9. 90	20	2071	28	2	96,1
Rohes		20		25		97,4
Rüböl	4/12. 90	60	2067	76		100,1
81b		50		68		100,0
	10/12. 90	50,1	1484	63		98,1
		50		61		99,0
	März 90	30	1220	15,0		89,4
		30		16,7		91,2

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Reibdauer der Einwirkung der Jodmenge Std.	Jodzahl
21	25/9. 90	20	2118	30	2	103,9
Rohes				21		96,6
Rüböl	26/9. 90	20	2071	31		95,8
81c	8/12. 90	60	2041	76		103,6
		50		66		101,7
	März 90	36,5	1230	21		90,9
		30		20		90
22	12/12. 90	50	2400	73	2	104,1
Rohes		65,1		73		103,2
Rüböl	25/9. 90	20	2118	22		(95,9)
81d	26/9. 90	20	2071	20		99,7
	2/11. 90	20	1964	45		97,5
	9/12. 90	60	1913	73		102,9
		50		72		103,2
	März 90	31	1220	15		91,6
		30		15		89,5
23						
Rohes	3/4. 91	50	2145	74	2	103,6
Rüböl				71		104,2
134II						
24						
Rohes	3/4. 91	50	2145	77	2	102,2
Rüböl				71		102,3
134III						
25	23/2. 91	50	2216	67	2	107,3
Rohes		50,1	2208	67	$5^1/_4$	107,4
Rüböl	26/9. 90	20	2071	18,1	2	101,8
81e	9/5. 90	25	1534	10,0		100,5
	März 90	30	1230	15,3		(89,5)
	"	30	1220	12		96,0
				9,7		94,2
26	18/9. 90	25	2320	35	2	102,3
Rohes	19/9. 90	26	2297	27		100,2
Rüböl	10/4. 91	65	2051	72		103,2
102		50		70		102,7
	8/9. 90	43	994	29		87,5
		40		23		87,1
27						
Rohes	3/4. 91	60	2145	80	2	102,8
Rüböl		50		73		103,0
134IV						
28	7/3. 91	50	2257	71	2	94,2
Raff.				67	$4^1/_4$	96,5
Rüböl	27/9. 90	20	2071	35	2	93
I 2				19,0		94,2
	15/7. 90	20,1	1740	14,4		92,5
	23/7. 90	25	1643	22		94,5

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Zeitdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
29 Raffinirtes Rüböl I 9	4/3. 91	50	2018	65	4¼	102,2
				64	2	101,4
	3/7. 89	20	1995	18,2		95,8
	3/10. 90		1924	25		96,7
	2/5. 90	25	1571	22		(90,3)
				13,2		93,7
				10,6		93,3
30 Raff. Rüböl 30a	2/3. 91	50	2114	70	4	106,0
				69	2	105,1
	2/10. 90	25	1964	22		97,2
	3/10. 90		1924	20		96,8
	24/4. 90	30	1681	35		103,1
				31	6	101,8
	25/4. 90	25	1669	12,6	3	(100,3)
31 Raff. Rüböl I 20	4/3. 91	50	2018	69	4¼	103,5
				66	2	101,2
	2/10. 90	20	1964	23		95,9
	6/7. 89	23,1	1928	17,5		96,1
	8/7. 89	20	1910	16,5		97,7
	9/7. 89	25	1860	16,4		(100,5)
	9/5. 90	25	1534	10,6		94,7
32 Raff. Rüböl 7a	2/3. 91	50	2114	73	4	95,4
				67	2	98,5
	29/9. 90	20	2035	27	2	92,6
	3/7. 89	20	1995	30		93,0
	4/7. 89	20,2	1959	43		88,2
	8/7. 89	20,7	1910	24		(93,6)
	3/5. 90	20	1603	33		86,9
	29/4. 90		1558	26		86,8
33 Raff. Rüböl I 27	4/3. 91	50	2015	67	4¼	101,2
				66	2	99,5
	4/7. 89	20	1959	25		102,0
	3/10. 90		1924	18,5		94,5
	9/7. 89		1860	12,5		95,2
	9/5. 90	30	1534	17,7		95,1
		25,5		15,7		94,7
34 Raff. Rüböl I 162	7/3. 91	50	2257	70	4	102,8
				70	2	102,0
	24/9. 90	19,9	2094	20		97,0
	27/9. 90	20	2071	25		99,3
	6/8. 90	30	1204	14,7	2¼	94,0
				13,0	2	94,3
35 Raff. Rüböl 104a	7/3. 91	50	2257	72	2	
				71	4	
	21/10. 90	35	1781	43	2	
		26		39		
		31		36		
		20		7,3		
	15/4. 91	70	1663	73		
		60		66		
	17/4. 91	60	1649	70		
				70		
36 Raff. Rüböl 135g	11/4. 91	50	2051	67	2	
				66		
37 Raff. Rüböl 54c	24/2. 91	50	2165	68	6	
	2/3. 91		2114	68	4	
				64	2	
	14/10. 90	28,1	1820	39	2¼	
		33,9		39	2	
		20,2		14,5		
		23,1		9,6	2¾	
38 Raff. Rüböl 54a	24/2. 91	50	2174	62	2	
			2165	58	4	
	14/10. 90	25	1820	36	2¼	
		28,6		35	2	
		20		16	2	
		19,8		16	2¼	
39 Gemisch von Baumöl mit Rüböl I 148	Ende Jan. 1891	40	2337	43	22	
		30	2336	64		
	26/1. 91	60	2257	77	2	
		50		72		
	Januar 1891	25	2092	26		
	14/1. 91	50	1959	73	2	
					3	
		40		67	2	
				58	3	
	15/1. 91	58	1950	78	2	
		60		75	1¾	
		65		74		
		50		72	2	
	9/10. 90	25	1858	26	2	
	1/7. 90		1485	25		
				9,2		

[1]) Diese beiden Versuche wurden von Dr. Bischoff ausgeführt.
[2]) Dieser Versuch wurde bei Prof. Finkener ausgeführt.
[3]) Infolge ungenügenden Umschüttelns beim Jodkaliumzusatz rothe Abscheidungen.

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Zeitdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
40 Gemisch von Baumöl mit Rüböl 71 g	26/2. 91	50	2144	65	4	101,4
			2138	71	2	102,7
	30/9. 90	20	1999	23	2¼	100,5
	9/10. 90	25	1858	31	2	100,9
		20		19,3		97,2
	Decbr. 90	25,1	1321	21		(88,2)
	Decbr. 90	20	1318	9		89,7
41 Gemisch von Baumöl mit Erdnußöl 71 c	9/12. 90	60,1	1913	76	2	94,3
		50		72		93,3
	4/10. 90	25	1911	28		89,7
	28/4. 90		1571	24	6½	88,1
	Decbr. 89		1321	17,5	2	87,4
				15,5		88,7
		20		12,6		83,8
	Decbr. 89	20	1318	15,2		(77,3)
42 Gemisch v. Baumöl mit Erdnußöl 99 II	18/9. 90	25	2312	52	2	89,7
	19/9. 90	30	2298	24		89,2
	8/9. 90	41,3	994	31		81,2
		40		30		81,2
43 Gemisch von Baumöl und Erdnußöl 99 I	Ende Jan.[1] 1890	30	2337	55	22	90,2
		40	2336	52		90,4
	19/9. 90	20	2298	24	2	89,4
	31/1. 91	60	2191	77		90,8
		40		67		90,9
	29/9. 90	25	2035	31		(92,3)
	30/9. 90	20	1999	32		89,4
	6/8. 90	30,1	1204	14,3		(91,3)
		25		11,2		88,8
44 Gemisch von Baumöl mit Erdnußöl? 71 f	16/2. 91	50	2300	77	2	88,3
				75	4	89,1
	17/10. 90	25,2	1820	39	2	88,3
		25		33		86,0
		20		19		84,2
	29/9. 90	20	2035	32		88,1
	9/5. 90	25	1534	28		85,5
	Decbr. 89	20	1369	5,5		81,9
45 Gemisch v. Baumöl mit wenig Erdnußöl? 71 b	27/11. 90	50	2183	76	2	(87,1)
		40,1		71		(87,0)
	6/12. 90	60	2053	76		89,7
		50		74		89,2
45 Gemisch v. Baumöl mit wenig Erdnußöl? 71 b	1/10. 90	25	2023	27	2	88,1
	4/10. 90		1911	33		85,3
	9/10. 90		1858	44		85,8
	Decbr. 90		1336	20		80,8
		20		12,0		78,8
46 Gemisch von Baumöl mit wenig Erdnußöl? 71 a	27/11. 90	50	2183	75	2	86,6
		40		70		87,5
	6/12. 90	60	2053	74		88,7
		50		72		88,8
	3/10. 90	24	1924	25		84,2
	9/10. 90	25	1858	43		85,1
	29/4. 90		1558	28		80
				20		(81,3)
	Decbr. 89	20	1369	7,5		80,6
47 Reines Baumöl 71 e	31/1. 91	60	2191	79	2	83,6
		50		75		83,2
	2/2. 91	50	2149	70		84,2
		20		29		82,4
	1/10. 90	25	2023	28		(85,1)
	4/10. 90	25	1911	32		82,9
	17/10. 90	25,3	1820	52		(85,1)
				41		84,8
		20		26		82,9
	27/2. 91	60	1690	74		83,8
		50		66		83,8
48 Reines Baumöl I 74	31/1. 91	60	2191	81	2	82,4
		50,2		76		82,6
	2/2. 91	50	2149	74		83,3
		20		38		81,9
	6/7. 89	20,9	1928	30		79,1
	4/10. 90	25	1911	47		77,1
	8/7. 89	20	1910	26		(84,2)
	9/7. 89	19,4	1860	25		79,4
	15/4. 91	70	1663	76		80,9
		60		71		80,9
	17/4. 91	64	1649	75		81,1
		60		71		81,3
49 Reines Baumöl 85	31/1. 91	60	2191	76	2	79,8
	2/2. 91	50	2149	76		79,7
		20		39		77,8
	April 89	25	1810	42		(80,9)
				36		(82,9)

[1] Diese beiden Versuche wurden von Dr. Bischoff ausgeführt.

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Zeitdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
50 Oelsäure II	22/1. 91	20	2342	54	4	(101,9)
		30		47		104,9
		20		35	2	105,1
		30		34		106,1
	23/1. 91	40	2309	68		106,2
		50		65		106,7
	8/1. 91	50	2041	73	4	(110,0)
				72	2	108,3
				65		107,7
				62	4	107,9
51 Oelsäure I	20/12. 90	50	2214	74	2	93,5
		40		68		93,8
		30		50		92,3
		20		36		92,5
	12/1. 91	20	1982	48	3	(90,5)
		30		45	2	92,0
		20		35		91,1
	13/1. 91	40	1971	64		93,6
		30		41		92,2
		20		30		(88,5)
		20		14,1		91,4
	27/2. 91	30,1	1690	49	4	91,9
		30		46	2	91,5
		20		44		90,8
		20		11,7		89,4
52 Erdnußöl I 129	25/3. 91	50	2285	73	2	102,1
		50		67		100,9
	19/5. 90	25	2220	49		95,6
	20/5. 90		2123	37		93,5

Lfd. Nr., Art und Zeichen des Oeles	Datum der Prüfung	Angewandte Jodmenge ccm	Jodmenge in g in 100 L Jodlösung	Jodüberschuß in % der angewandten ccm Jodlösung	Zeitdauer der Einwirkung der Jodlösung Std.	Jodzahl
53 Erdnußöl I 76	28/4. 91	50	2222	77	2	91,3
				75		90,9
54 Olivenöl 137	28/4. 91	50	2222	76	2	85,8
				75		86,1
55 Klauenfett I 317 (enth. Rüböl)	26/2. 91	50	2143	77	4	79,7
			2138	76	2	81,0
56 Klauenfett 88 (enth. Rüböl)	18/2. 91	40	2228	68	5	93,1
				66	2	90,8
57 [1] Klauenfett I 316	18/2. 91	40	2228	70	5	82,1
				65	2	81,3
58 [1] Klauenfett I 309	7/2. 91	50	2153	80	2	78,4
		40		68		78,1
59 Klauenfett mit Mineralöl und pflanzlichem Oel 83 b	7/2. 91	50	2153	79	2	75,4
		40		75		76,5
60 Klauenfett mit pflanzlichem Oel (?) I 318	9/3. 91	50	2233	82	2	76,1
				75	5¾	76,9
61 Klauenfett I 310	24/2. 91	50	2165	81	3	67,9
				79	6¼	68,7

Wie nun aus Tabelle 4 ersichtlich ist, spielt bei trocknenden und nicht trocknenden Oelen der mehr oder weniger große anfänglich angewandte Ueberschuß an Jodlösung eine sehr beträchtliche Rolle, während die Konzentration der Jodlösung unter Voraussetzung eines hinreichenden Ueberschusses derselben nur bei trocknenden Oelen in erheblichem Maße, dagegen bei nicht trocknenden Oelen in geringerem Grade oder gar nicht von Einfluß auf das Ergebniß ist. Die Schwankungen in den Ergebnissen bei 2- und 4- bis 25-stündiger Einwirkung der Jodlösung bewegen sich nur wenig oberhalb der Fehlergrenzen, welche auch bei gleicher Versuchsdauer, derselben Konzentration und annähernd gleichem und genügendem Ueberschusse beobachtet wurden.

1. Der Ueberschuß an Jodlösung.

Wenden wir uns zunächst zu der Frage, wie groß der Ueberschuß an Jodlösung sein muß, um bei gleicher Konzentration zu einer konstanten Jodzahl zu gelangen. Schon **Benedikt**[2]) hatte, indem er die Anwendung von 30% Jodüberschuß zur Erreichung konstanter Zahlen

[1]) Nr. 57 und 58 sind durch Abpressen von den festen Bestandtheilen befreit, haben daher höhere Jodzahl als die gewöhnlichen Klauenfette.

[2]) loc. cit.

empfahl, die von Hübl für hinreichenden Jodüberschuß als charakteristisch angegebene Braunfärbung der Mischung (von Jod- und Oellösung) als unzulänglich ansehen müssen. Auch bei den von mir in obiger Tabelle angeführten Versuchen, zu denen ein Jodüberschuß von 15—20% benutzt wurde, war das Reaktionsgemisch am Ende des Versuches stets stark braun; nichtsdestoweniger beobachten wir durchgängig bei weiterem Zusatz von Jod ein Ansteigen der Jodzahl. Aber wir sehen gleichzeitig, daß der von Benedikt angegebene Ueberschuß sich noch als unzulänglich erwies. Das Konstantwerden der Jodzahlen trat bei den meisten Oelen erst bei einem Jodüberschuß von 65—75% ein, nur bei den Oelen von geringerer Jodzahl, wie reines Olivenöl und Klauenfett, kann er auch etwas geringer sein. Ein derartiger Ueberschuß entspricht nun, wie wir sehen, bei nicht trocknenden Oelen für etwa 0,3 g Oel einem anfänglichen Zusatz von 50 ccm, bei trocknenden Oelen für etwa 0,2 g angewandter Substanz einem ursprünglichen Zusatz von 60 ccm Jodlösung. Es empfiehlt sich jedenfalls auch bei Untersuchung von Olivenölen und Klauenfett gleich 50 ccm Jodlösung in Anwendung zu bringen, da sie ja immerhin mit Oelen von höherer Jodzahl versetzt sein können. Nach längerer Uebung (siehe die im April d. J. ausgeführten 32 Versuche) Tab. 4 ist es zu erreichen, daß bei verschiedenen mit dem gleichen Oel an einem Tage unter Anwendung eines genügenden Ueberschusses angestellten Versuchen die Differenzen höchstens 0,6% betragen, so daß man aus 2 Versuchen ein genügend genaues Mittel erhält. Sollte die Abweichung zu weit über die obige Fehlergrenze hinausgehen, so muß natürlich ein dritter Versuch entscheiden.

2. Die Konzentration der Jodlösung.

Werfen wir nun einen Blick auf die unter Zusatz der gleichen Menge Jodlösung bei verschiedenen Konzentrationen erhaltenen Zahlen, so sehen wir wieder und zwar schon bei geringerer Abnahme des wirksamen Jodgehaltes, ein sehr beträchtliches Fallen der Jodzahlen beim Leinöl und Hanföl, während beim Rüböl und noch mehr beim Olivenöl und Klauenfett die Konzentration bei genügendem Ueberschusse von geringerem oder unbeträchtlichem Einflusse ist. Es zeigt sich übrigens hierbei, daß die verschiedenen Arten von Rüböl und Olivenöl zuweilen ein abweichendes Verhalten aufweisen. Während z. B. bei Rüböl lfd. Nr. 18 und bei Olivenöl lfd. Nr. 47 bei dem Titer 1663 und 1690 g Jod (bezogen auf 100 Liter Lösung) noch kein Sinken der Jodzahl stattfindet, ist sie bei Rüböl Nr. 35 und Olivenöl 48 bei dem Titer 1663 etwas kleiner geworden.[1]) Soweit sich aus den bisherigen Versuchen schließen läßt, muß man demnach zur Untersuchung eines Leinöls oder Hanföls auf Reinheit sich einer möglichst stark konzentrirten höchstens 8 Tage alten Lösung bedienen, während für die Untersuchung von Olivenöl und Rüböl bei anfänglichem Zusatz von 50 ccm Jodlösung die Lösung etwa 14 Tage alt sein kann, ohne daß unter Zugrundelegung der oben festgestellten Bedingung eine wesentlich zu niedrige Jodzahl erhalten wird. Man kann indessen bei letzteren Oelen auch bis 3 Monate alte Lösungen anwenden, wenn man anfänglich gleich soviel ccm Jodlösung hinzusetzt, daß noch ein Ueberschuß von etwa 70% Jod vorhanden ist. Ein

[1]) Da das abweichende Verhalten dieser beiden Oele immerhin etwas auffällig erschien, so wurden noch während der Drucklegung der Arbeit mehrere Kontrollversuche an beiden Oelen mit verschieden starken Jodlösungen angestellt, deren Ergebnisse später mitgetheilt werden sollen. Hier sei nur kurz bemerkt, daß sich bei Olivenöl Nr. 48 kein bemerkenswerther Unterschied in der Jodzahl zeigte, ob dieselbe mit verdünnter oder starker Jodlösung bestimmt wurde. Beim Rüböl Nr. 35 dagegen ergab die Prüfung mit stärkerer Jodlösung mehrfach eine um 1,5 bis 2,5% höhere Jodzahl als bei Anwendung einer verdünnteren Jodlösung.

anfänglicher Zusatz von 50 ccm würde bei älteren Lösungen nicht mehr dem genannt[illegible] Ueberschusse entsprechen.

3. Zeitdauer der Einwirkung und andere Fehlerquellen.

Obwohl die bei verschiedener, d. h. 2-, 4-, 6- und 24-stündiger Einwirkungsdauer d[illegible] Jodlösung erhaltenen Differenzen in den Ergebnissen in einzelnen Fällen etwas über d[illegible] Fehlergrenzen, welche unter Anwendung möglichst gleichen Jodüberschusses noch in Betrac[illegible] kommen, hinausgehen, so ist doch die Zeit von 2 Stunden als hinreichend zur Erlangun[illegible] richtiger Ergebnisse zu bezeichnen. Hierfür sprechen folgende Erwägungen:

1. bewegen sich die obigen Abweichungen nicht im gleichen Sinne, sondern die b[illegible] größerer Zeitdauer erhaltenen Zahlen sind bei einigen Versuchen ein wenig größe[illegible] bei anderen etwas geringer als die bei kürzerer Einwirkungsdauer erhalten[illegible] Werthe.
2. ist zu berücksichtigen, daß auch die an verschiedenen Tagen bei gleicher Einwi[illegible]kungsdauer, annähernd gleicher Konzentration und hinreichendem Jodüberschu[illegible] erhaltenen Zahlen öfters über die gewöhnlichen Fehlergrenzen hinausgehen.

Demnach bleibt nur übrig, die größeren Abweichungen in den fraglichen Fällen a[illegible] geringe nicht zu vermeidende Fehler in der Darstellung der Lösungen zurückzuführen, und [illegible] ist die Genauigkeit hinsichtlich dieses Punktes nach Möglichkeit zu verbessern. Zu diese[illegible] Zwecke wendet man am besten eine möglichst große Quantität Jodlösung bei Einstellun[illegible] gegen die Natriumthiosulfatlösung an [illegible] zu Anfang und zu En[illegible] der Versuche [illegible] ccm der Jodlösung zu titriren und aus beiden Versuchen das Mitt[illegible] zu nehmen, [illegible] nicht mehr als [illegible] ccm von einander abweichen. [illegible] Annahme, daß die an verschiedenen Tagen erhaltenen Differenzen in den Ergebniss[illegible] [illegible] in den fraglich[illegible] [illegible] Tage [illegible], welche zwisch[illegible] [illegible] Abweichungen auch nic[illegible] [illegible]

[illegible]

verbrauchten Natriumthiosulfatlösung unter Berücksichtigung des zuletzt festgestellten Titers der Jodlösung die verbrauchte Jodmenge berechnet. Wenn die Chloroformlösung des Oels während des Stehens trübe geworden ist, so muß man einige ccm Chloroform zur Klärung hinzufügen.

Nachdem nun die verschiedenen Bedingungen für die Feststellung einer hinreichend zuverlässigen Jodzahl erörtert worden sind, möge in der Tabelle 5, S. 96 eine Uebersicht über die hier gewonnenen Jodzahlen und die bisher von anderen Beobachtern für die verschiedenen Arten von Oelen erhaltenen Werthe folgen.[1])

Die außerordentlich großen Verschiedenheiten, welche insbesondere die Jodzahlen trocknender Oele bei den verschiedenen Beobachtern gegenüber den von der Versuchsanstalt aufweisen, dürften mit ziemlicher Sicherheit ausschließlich in der unzulänglichen Methode und nicht etwa nur in der abweichenden Zusammensetzung einzelner Individuen innerhalb der verschiedenen Oelarten ihre Ursachen haben. Zum Theil hat dies schon Benedikt in Bezug auf die Hüblschen Zahlen nachgewiesen. Bestätigt wird aber jene Annahme besonders durch die große Anzahl der in Tabelle 3 angeführten mit geringeren Jodüberschüssen angestellten Versuche, welche mehrfach, wie z. B. beim Hanföl, Leinöl, Mohnöl und Sesamöl die von anderen gefundenen niederen Jodzahlen ergaben. Um noch die von mir gefundenen Zahlen einer genaueren Kontrolle zu unterziehen, wurden durch Prof. Finkener und Dr. Bischoff von 2 Baumölen lfd. Nr. 39 und 43 die Jodzahl bestimmt und nach Mittheilung der hierbei inne gehaltenen Maßnahmen in Bezug auf Konzentration und Ueberschuß der Jodlösung die Zahlen mit den hier gewonnenen in Vergleich gesetzt. Man sieht, daß unter den von den genannten Beobachtern und von mir unter annähernd gleichen Umständen erhaltenen Ergebnissen eine hinreichende Uebereinstimmung besteht. Gleichzeitig habe ich von reiner Oelsäure aus einer größeren chemischen Fabrik die Jodzahl unter fast denselben Bedingungen wie Hübl ermittelt und hierbei, wie unter lfd. Nr. 51 zu ersehen ist, fast die gleiche Zahl, welche übrigens der theoretischen Jodaufnahme der Oelsäure entspricht, erhalten. Allerdings habe ich bei größeren Jodüberschüssen höhere Jodzahlen gefunden, welche natürlich konstant wurden, sobald der Ueberschuß eine bestimmte Grenze (65%) erreicht hatte. Es ist daher anzunehmen, daß die fragliche Oelsäure noch geringe Verunreinigungen enthielt, worauf auch das spec. Gewicht 0,905 hinwies, während Beilstein 0,898 für reine Oelsäure angiebt. Auch von der Hüblschen Oelsäure ist anzunehmen, daß sie nicht ganz rein war, und daß das der theoretischen Jodaufnahme entsprechende Ergebnis nur dem zufällig gering bemessenen Jodüberschuß zuzuschreiben ist. Da eine von einer zweiten Fabrik als chemisch rein bezogene Oelsäure eine noch wesentliche höhere Jodzahl (105—108 je nach der Menge des Jodüberschusses) bei dem spec. Gewicht 0,905 bei C° zeigte und demnach noch weniger rein erschien als die anfänglich untersuchte, so soll zur Bestätigung der obigen Annahmen der Versuch zur Herstellung einer durchaus reinen Säure unternommen und dieses Produkt der Behandlung mit Jod ausgesetzt werden. Wie ich mich bei einigen letzthin angestellten Vorversuchen überzeugte, bietet allerdings die Darstellung der reinen Oelsäure sehr bedeutende Schwierigkeiten dar, und scheint es sich, wie auch schon Gottlieb[2]) dargethan hat, wegen der leichten Oxydierbarkeit der Oelsäure und ihrer Derivate bei gewöhnlicher Zimmerwärme zu empfehlen, die Darstellung bis auf den Winter zu verschieben.

[1]) Während der Drucklegung der Arbeit erhielt die Versuchsanstalt noch eine Hanföl- und Leinölprobe. Erstere gab die Jodzahl 176, letztere 172, so daß die in der Tabelle 5 angegebenen Grenzen noch darnach zu erweitern sind.

[2]) „Liebigs Annalen" LVII. S. 33.

Tabelle 5.
Bisher festgestellte Jodzahlen.

Art des Materials	Beobachter						Niedrigste Jodzahl		Höchste Jodzahl		Differenz zwischen niedrigster und höchster Jodzahl	
	v. Hübl	Moore	Schädler	Peters	Wilson	Versuchsanstalt	Versuchsanstalt	Andere Beobachter	Versuchsanstalt	Andere Beobachter	Versuchsanstalt	Andere
Leinöl	156 bis 160	—	177 bis 178	169	—	179—180	179	156	180	178	1	2
Hanföl	143	—	143 bis 144	—	—	175	175	143	175	157 Benedikt	—	1
Mohnöl	135 bis 137	134	134 bis 135	139,2 bis 141,3	—	139—143	139	134	143	141	4	
Nußöl	142 bis 144	—	142 bis 143	143,3	—	—	—	—	—	—	—	
Thran	—	—	125 bis 140	—	—	(133)	—	—	—	—	—	
Sesamöl	105 bis 108	102,7	103 bis 105	106,9 bis 111,9	—	106—109	106	103	109	112	3	
Cottonöl	105 bis 108	108,7	—	—	—	110—115	110	105	115	108	5	
Roh. Rüböl	97 bis 105	103,6	98 bis 100	106,2	100,43 bis 102,76	100—108	100	97	108	106	8	
Raff. Rüböl						100—107						
Arachisöl	101 bis 105	87,4	—	—	—	91,2-101,5	91,2	87,4	101,5	105	10,3	1
Aprikosenöl	99 bis 102	—	100 bis 102	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mandelöl	97,5 bis 98,9	98,1	82—83	97,9 bis 98,8	—	—	—	—	—	—	—	
Ricinusöl	84 bis 84,7	—	93—94	84,3	83,4	—	—	—	—	—	—	
Olivenöl	81,6 bis 84,5	—	82—83	80,6 bis 84,2	78,5—84	79—84 (88)	79	79	84(88)	84	5 (9)	
Olivenkernöl	81,8	83	82									
Knochenöl	66 bis 70	—	66—68	—	70—70,7	59,1—81,7	—	—	—	—	—	
Klauenfett							59,1	66	81,7	70,7	22,7	
Schweineschmalz	57,6 bis 60,0	—	59—60	—	57,1—60	—	—	—	—	—	—	
Kunstbutter	55,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Palmfett	50,4 bis 52,4	—	51,5	—	51,01 bis 52,4	—	—	—	—	—	—	
Lorbeeröl	49,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Talg	40	—	38—40	—	43,26 bis 46,19	—	—	—	—	—	—	
Wollschweißfett	36	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cacaobutter	34	—	34	—	—	—	—	—	—	—	—	
Muscatbutter	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Butterfett	31	—	28—32	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cocosnußöl	8,9	—	9—9,5	—	8,97 bis 9,35	—	—	—	—	—	—	

Tabelle 6. Uebersicht über die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften verschiedener Oele.

Laufende Nr.	Zeichen der Probe	Art des Oeles	Verseifungszahl	Jodzahl	Wärmeerhöhung mit conc. H_2SO_4[1])	Flüssigkeitsgrad bei 20 C° (Engler)	Spec. Gewicht bei 15,6 C° × 1000	Brechungscoefficient bei ungefähr 18 C°	Verhalten in der Kälte[2])	Sonstige Bemerkungen
1	5 b	Rohes Rüböl	179,5	108	52,5	0,94	915	1,4734	−3 C° talgige Abscheidung	
2	49 c	„ „	179	107	52	0,88	914	1,4727	−3 C° größtentheils talgartig	
3	49 d	„ „	176	103	48	0,98	914	1,4732	dgl.	
4	81 a	„ „	180	102	47	0,89	915	1,4733	−3 C° größtentheils talgartig	nach 3 wöchentlichem Stehen in dünner Schicht ganz flüssig
5	81 b	„ „	177	100	49	0,90	913	1,4725	−3 C° talgartig	dgl.
6	81 c	„ „	176	103	46	0,89	913	1,4735	dgl.	dgl.
7	81 d	„ „	177,5	103	50	0,88	913	1,4730	dgl.	dgl.
8	81 e	„ „	189	107	55	0,77	917	1,4739	−3 C° dünnsalbig, −10 C° dgl.	scheint trocknendes Oel zu enthalten, nach 3 wöchentlich. Stehen in dünner Schicht eingetrocknet
9	102	„ „	176	104	49	0,85	915	1,4735	0 C° fließend, −3 C° talgartig	
10	I 9	Raffinirtes Rüböl	175	102	51	0,92	914	1,4734	−2 C° stark getrübt, −3 C° theilw. −5 C° völlig talgartig	
11	30 a	„ „	174,5	106	50	—	—	1,4732	−3 C° zum Theil talgartig −5 C° dgl.	
12	I 20	„ „	175,8	102	48	0,90	914	1,4735	−2 C° theilweise, −5 C° völlig talgartig	
13	I 27	„ „	175,4	100	53	0,97	914	1,4740	−2 C° talgartig	
14	I 162	„ „	177	102	51	0,90	914	1,4729	−3 C° zum Theil talgartig	
15	54 a	„ „	176,5	105	58	0,86	915	1,4739	0 C° schwach getrübt −8 C° stark getrübt	
16	104 a	„ „	177,5	103	—	—	915	1,4738	−3 C° talgartig erstarrt	
17	54 c	„ „	175,8	107	53	0,86	915	1,4740	0 C° schwach, −3 C° stark getrübt	
18	I 2	„ „	180,3	95	—	0,98	915	1,4732	−2 C° talgartig.	
19	71 a	Baumöl	194	87,9	37	0,74	914	1,4691	−3 C° klar fließend −5 C° dgl. −8 C° stark getrübt fließend	kann Erdnußöl enthalten
20	71 b	„ „	194	88,3	37	0,74	915	1,4692	desgleichen, talgartige Abscheidung, Stab haftet	
21	71 c	„ „	194	93,8	37	0,73	916	1,4705	0 C° stark getrübt fließend, −3 C° dgl. −5 C° dgl. −8 C° talgartig erstarrt	enthält Erdnußöl (?) in größerer Menge
22	71 e	„ „	194	83,7	34	0,72	914	1,4689	−3 C° klar fließend, −5 C° dgl., −8 C° talgartig erstarrt, gelb	
23	71 f	„ „	194	88,6	35	0,71	914	1,4689	0 C° klar fließend, −3 C° stark getrübt fließend, −5 C° dgl. −8 C° butterartig	kann Erdnußöl enthalten
24	I 74	„ „	191,5	82,8	40	0,73	914	1,4684	0 C° undurchsichtig, nicht fließend dünnsalbig, −3 C° dgl.	
25	85	„ „	192,5	79,8	40	—	913	1,4696	0 C° undurchsichtig, fließend, −5 C° dgl.	
26	99 II	„ „	196	90	46	0,73	916	1,4698	−5 C° nicht fließend, schmalzartig	enthält Erdnußöl
27	I 148	Gemisch von Baumöl und raff. Rüböl, als Baumöl geliefert.	186	95	48	0,83	915	1,4718	−5 C° schwach getrübt fließend, −10 C° desgl.	scheint zur Hälfte Rüböl zu enthalten

[1]) Mittheilungen 1889, Ergänzungsheft V S. 22.

[2]) Mittheilungen 1889, S. 119.

Laufende Nr.	Zeichen der Probe	Art des Oeles	Verseifungszahl	Jodzahl	Wärmeerhöhung mit conc. H_2SO_4	Flüssigkeitsgrad bei 20 C° (Engler)	Spec. Gewicht bei 15,6 C° × 1000	Brechungscoefficient bei ungefähr 18 C°	Verhalten in der Kälte	Sonsti Bemerku
28	7 a	Gemisch von Baumöl u. raffinirtem Rüböl	183,1	97	49	0,92	915	1,4723	—3 C° sehr schwach getrübt, —5 C° dgl. fließend —8 C° stark getrübt	
29	71 g	desgl., als Baumöl geliefert	176	102	45	0,87	914	1,4734	0 C° klar fließend, —3 C° talgartig	riecht nach kann jed wenig bar halten
30	134 I	rohes Rüböl	171,8	103	53	0,90	914	1,4727	—3 C° nicht fließend, talgartig	
31	134 II	„	179,7	104	56	0,85	917	1,4736	—8 C° fließend, —10 C° nicht fließend, schmalzartig	
32	134 III	„	174,6	102	57	0,90	915	1,4723	—3 C° talgartig	
33	134 IV	„	174,3	103	53	0,88	915	1,4722	—3 C° talgartig	
34	135 g	raffinirtes Rüböl	172,9	101	52	0,76	913	1,4726	bei —5 C° talgartig	
35	I 25	Senfsamenöl	—	100	—	0,90	916	—	—5 C° zum großen Theil talgartig erstarrt	
36	I 147	„	178,4	115	55	0,82	916	—	—5 C° getrübt fließend, —10 C° dgl., —15 C° stark getrübt, fließend	
37	I 129	Erdnußöl	192	101,5	—	0,69	919	—	0 C° nicht fließend, schmalzartig, —3 C° dgl., —5 C° dgl.	
38	I 112	Baumwollsaatöl	195	110	—	0,68	922	—	0C° butterartig, —3C° dgl., —5 C° dgl.	setzt dicken S ab
39	I 132	„	198,1	115	58	0,62	920	—	0 C° butterartig, —3 C° talgartig	
40	I 133	Sesamöl	199	106	53	0,69	919	—	—3 C° getrübt fließend —5 C° butterartig erstarrt	
41	I 174	„	190,9	109	55	0,66	921	—	0C° klar fließend —3C° nicht fließend, dünnsalbig, —5 C° dgl.	—15 C° bid butterartig
42	I 113	Gemisch v. Sesamöl u. trocknendem Oel	—	142	—	0,59	923	—	3C klar fließend, —15 C° schwach getrübt, fließend	erstarrt bein in dünner riecht nach
43	I 175	Mohnöl	—	139	66	0,54	924	—	—10 C° klar fließend, —15 C° schwach getrübt, fließend	
44	I 192	„	—	143	>70	0,53	924	—	—10 C° klar fließend, —15° schwach getrübt, fließend	
45	I 107	Gemisch von Mohnöl und Sesamöl	—	135	—	0,58	923	—	—10 C° klar fließend, stark getrübt	
46	I 154	„	—	123	63	0,65	923	—	—5 C° klar fließend, —10 C° stark getrübt, klumpig, fließend	—15 C° n ßend, schm
47	I 106	Hanföl	—	175	>95	0,55	934	—	—10 C° klar fließend, —15 C° schwach getrübt, fließend	
48	I 75	Leinöl	—	(157)	—	—	—	—	—	
49	I 128	„	—	180	—	0,45	931	—	—10 C° dickflüssig getrübt, geringe Talgkörner, —15 C° nicht fließend, dicksalbig	
50	I 131	„	190,8	179	93	0,49	931	—	10 C klar fließend, —15C° getrübt fließ.	
51	I 311	reines Klauenfett	201,3	59,1	46	kein Material	kein Material	kein Material	bei 0 C° butterartig	
52	I 150	reines Klauenfett mit wenig Rüböl	203,0	60	40	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	912	1,4680	bei 0 C° talgartig	
53	I 308	reines Klauenfett	192,4	69,3	42	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	913	1,4687	bei 0 C° butterartig	

Laufende Nr.	Zeichen der Probe	Art des Oeles	Verseifungszahl	Jodzahl	Wärmeerhöhung mit conc. H_2SO_4	Flüssigkeitsgrad bei 20 C° (Engler)	Spec. Gewicht bei 15,6 C° × 1000	Brechungscoefficient bei ungefähr 18 C°	Verhalten in der Kälte	Sonstige Bemerkungen
54	I 310	reines Klauenfett	195,3	69,5	kein Material	kein Material	kein Material	kein Material	bei 0 C° fließend, getrübt, — 5 C° talgartig	
55	I 166	reines Klauenfett	191,0	70,6	38	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	—	1,4672	das abgegossene klare Oel bei 0 C° schmalz- bis butterartig	
56	I 143	reines Klauenfett	195,5	70,7	42	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	—	1,4687	bei 0 C° butter- bis talgartig	
57	I 318	Mineralölfr. Klauenfett, vielleicht etwas pflanzliches Oel enthaltend	191,2	76,5	kein Material	kein Material	kein Material	1,4684	bei 0 C° schmalzartig	
58	I 309	Reines durch Abpressen erhaltenes Knochenöl	194,6	78,3	44	0,81	915	1,4707	bei — 12 C° schwer fließend, schwach getrübt, bei — 15 C° talgartig	
59	I 316	Reines durch Abpressen erhaltenes Knochenöl	191,6	81,7	47	0,80	915	1,4697	bei — 12 C° klar fließend, bei — 15 C° gallertartig*	* nach 2stündigem Abkühlen a. — 15 C° noch fließend
60	I 317	Gemisch von Knochenöl mit Rüböl (raff.)	186,5	80,1	45	0,83	913	1,4708	bei — 8 C° klar fließend, bei — 10 C° schwach getrübt, fließend, bei — 12 C° bis 15 C° butter- bis talgartig	
61	I 101	Gemisch von Knochenöl mit Rüböl (raff.)	178,5	84,4	49	0,88	914	1,4724	bei — 5 C° fließend getrübt, bei — 8 C° schmalzartig, — 12 C° butter- bis talgartig	
62	I 103	Gemisch v. Klauenfett mit Rüböl (raff.)	182,9	86,0	53	0,84	915	1,4711	bei 0 C° klar fließend bei — 5 C° getrübt fließend, bei — 8 C° schmalzartig, bei — 15 C° talgartig	
63	79	Gemisch v. Knochenöl mit Rüböl (raff.)	175,3	86,9	51	0,86	914	1,4723	bei — 5 C° fließend klar, bei — 8 C° fließ. schwach trübe, — 12 C° fließ. sehr trübe, — 15 C° butterartig	
64	88	Gemisch v. Knochenöl mit Rüböl (raff.)	189,5	91,9	43	0,88	914	1,4713	bei — 8 C° sehr schwer fließend, bei — 9 C° nicht fließend, dünnsalbig, — 12 C° butter- bis talgartig, — 15 C° talgartig	
65	I 145	Gemisch v. Knochenöl mit Mineralöl	189	70,8	36	0,80	911	1,4700	bei 0 C° schmalzartig bei — 3 C° butter- bis talgartig	nicht völlig verseifbar
66	83 b	Gemisch v. Klauenfett mit pflanzlichem Oel u. wenig Mineralöl	168,5	76,0	42	0,67	908	1,4713	bei — 9 C° fließend schwach trübe, bei — 12 C° schmalzartig durchscheinend, bei — 15 C° butterartig	nicht völlig verseifbar
67	I 315	Gemisch von Knochenöl mit Mineralöl	169,7	—	—	wegen d. starken Trübung nicht bestimmt	907	1,4673	bei 0 C° fließend, stark getrübt, bei — 5 C° butter- bis talgartig	nicht völlig verseifbar
68	I 319	Gemisch von Knochenöl mit trocknendem pflanzlichem Oel	—	101	68	0,70	919	1,4718	bei 0 C° nicht fließend dünnsalb., bei — 5 C° dicksalbig*	* nach 2stündigem Stehen bei 0 C° ist das Oel noch fließend.

Tabelle 5.
Bisher festgestellte Jodzahlen.

Art des Materials	Beobachter						Niedrigste Jodzahl		Höchste Jodzahl		Differenz zwischen niedrigster und höchster Jodzahl
	v. Hübl	Moore	Schädler	Peters	Wilson	Versuchsanstalt	Versuchsanstalt	Andere Beobachter	Versuchsanstalt	Andere Beobachter	Versuchsanstalt
Leinöl	156 bis 160	—	177 bis 178	169	—	179—180	179	156	180	178	1
Hanföl	143	—	143 bis 144	—	—	175	175	143	175	157 Benedikt	—
Mohnöl	135 bis 137	134	134 bis 135	139,2 bis 141,3	—	139—143	139	134	143	141	4
Nußöl	142 bis 144	—	142 bis 143	143,3	—	—	—	—	—	—	—
Thran	—	—	125 bis 140	—	—	(133)	—	—	—	—	—
Sesamöl	105 bis 108	102,7	103 bis 105	106,9 bis 111,9	—	106—109	106	103	109	112	3
Cottonöl	105 bis 108	108,7	—	—	—	110—115	110	105	115	108	5
Roh. Rüböl	97 bis 105	103,6	98 bis 100	106,2	100,43 bis 102,76	100—108	100	97	108	106	8
Raff. Rüböl						100—107					
Arachisöl	101 bis 105	87,4	—	—	—	91,2–101,5	91,2	87,4	101,5	105	10,3
Aprikosenöl	99 bis 102	—	100 bis 102	—	—	—	—	—	—	—	—
Mandelöl	97,5 bis 98,9	98,1	82—83	97,9 bis 98,8	—	—	—	—	—	—	—
Ricinusöl	84 bis 84,7	—	93—94	84,3	83,4	—	—	—	—	—	—
Olivenöl	81,6 bis 84,5	—	82—83	80,6 bis 84,2	78,5—84	79—84 (88)	79	79	84(88)	84	5 (9)
Olivenkernöl	81,8	83	82								
Knochenöl	66 bis 70	—	66—68	—	70—70,7	59,1—81,7	—	—	—	—	—
Klauenfett							59,1	66	81,7	70,7	22,7
Schweineschmalz	57,6 bis 60,0	—	59—60	—	57,1—60	—	—	—	—	—	—
Kunstbutter	55,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Palmfett	50,4 bis 52,4	—	51,5	—	51,01 bis 52,4	—	—	—	—	—	—
Lorbeeröl	49,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Talg	40	—	38—40	—	43,26 bis 46,19	—	—	—	—	—	—
Vollschweißfett	36	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—
Cacaobutter	34	—	34	—	—	—	—	—	—	—	—
Muscatbutter	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Butterfett	31	—	28—32	—	—	—	—	—	—	—	—
Cocosnußöl	8,9	—	9—9,5	—	8,97 bis 9,35	—	—	—	—	—	—

Tabelle 6. Uebersicht über die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften verschiedener Oele.

Laufende Nr.	Zeichen der Probe	Art des Oeles	Verseifungszahl	Jodzahl	Wärmeerhöhung mit conc. H_2SO_4[1])	Flüssigkeitsgrad bei 20 C° (Engler)	Spec. Gewicht bei 15,6 C° × 1000	Brechungscoefficient bei ungefähr 18 C°	Verhalten in der Kälte[2])	Sonstige Bemerkungen
1	5 b	Rohes Rüböl	179,5	108	52,5	0,94	915	1,4734	— 3 C° talgige Abscheidung	
2	49 c	„ „	179	107	52	0,88	914	1,4727	— 3 C° größtentheils talgartig	
3	49 d	„ „	176	103	48	0,98	914	1,4732	dgl.	
4	81 a	„ „	180	102	47	0,89	915	1,4733	— 3 C° größtentheils talgartig	nach 3 wöchentlichem Stehen in dünner Schicht ganz flüssig
5	81 b	„ „	177	100	49	0,90	913	1,4725	— 3 C° talgartig	dgl.
6	81 c	„ „	176	103	46	0,89	913	1,4735	dgl.	dgl.
7	81 d	„ „	177,5	103	50	0,88	913	1,4730	dgl.	dgl.
8	81 e	„ „	189	107	55	0,77	917	1,4739	— 3 C° dünnsalbig, — 10 C° dgl.	scheint trocknendes Oel zu enthalten, nach 3 wöchentlich. Stehen in dünner Schicht eingetrocknet
9	102	„ „	176	104	49	0,85	915	1,4735	0 C° fließend, — 3 C° talgartig	
10	I 9	Raffinirtes Rüböl	175	102	51	0,92	914	1,4734	— 2 C° stark getrübt, — 3 C° theilw. — 5 C° völlig talgartig	
11	30 a	„ „	174,5	106	50	—	—	1,4732	— 3 C° zum Theil talgartig — 5 C° dgl.	
12	I 20	„ „	175,8	102	48	0,90	914	1,4735	— 2 C° theilweise. — 5 C° völlig talgartig	
13	I 27	„ „	175,4	100	53	0,97	914	1,4740	— 2 C° talgartig	
14	I 162	„ „	177	102	51	0,90	914	1,4729	— 3 C° zum Theil talgartig	
	54 a	„ „	176,5	105	58	0,86	915	1,4739	0 C° schwach getrübt — 8 C° stark getrübt	
	104 a	„ „	177,5	103	—	—	915	1,4738	— 3 C° talgartig erstarrt	
	54 c	„ „	175,8	107	53	0,86	915	1,4740	0 C° schwach, — 3 C° stark getrübt	
	I 2	„ „	180,3	95	—	0,98	915	1,4732	— 2 C° talgartig.	
	71 a	Baumöl	194	87,9	37	0,74	914	1,4691	— 3 C° klar fließend — 5 C° dgl. — 8 C° stark getrübt fließend	kann Erdnußöl enthalten
	71 b	„ „	194	88,3	37	0,74	915	1,4692	desgleichen, talgartige Abscheidung. Stab haftet	
	71 c	„ „	194	93,8	37	0,73	916	1,4705	0 C° stark getrübt fließend, — 3 C° dgl. — 5 C° dgl. — 8 C° talgartig erstarrt	enthält Erdnußöl (?) in größerer Menge
	71 e	„ „	194	83,7	34	0,72	914	1,4689	— 3 C° klar fließend, — 5 C° dgl., — 8 C° talgartig erstarrt, gelb	
	71 f	„ „	194	88,6	35	0,71	914	1,4689	0 C° klar fließend, — 3 C° stark getrübt fließend, — 5 C° dgl. — 8 C° butterartig	kann Erdnußöl enthalten
	74	„ „	191,5	82,8	40	0,73	914	1,4684	0 C° undurchsichtig, nicht fließend dünnsalbig, — 3 C° dgl.	
	85	„ „	192,5	79,8	40	—	913	1,4696	0 C° undurchsichtig, fließend, — 5 C° dgl.	
	911	„ „	196	90	46	0,73	916	1,4698	— 5 C° nicht fließend, schmalzartig	enthält Erdnußöl
	148	Gemisch von Baumöl und raff. Rüböl, als Baumöl geliefert.	186	95	48	0,83	915	1,4718	— 5 C° schwach getrübt fließend, — 10 C° desgl.	scheint zur Hälfte Rüböl zu enthalten

[1]) Mittheilungen 1889, Ergänzungsheft V S. 22. [2]) Mittheilungen 1889, S. 119.

Laufende Nr.	Zeichen der Probe	Art des Oeles	Verseifungszahl	Jodzahl	Wärmeerhöhung mit conc. H_2SO_4	Flüssigkeitsgrad bei 20 C° (Engler)	Spec. Gewicht bei 15,6 C° × 1000	Brechungscoefficient bei ungefähr 18 C°	Verhalten in der Kälte	Sonstige Bemerkungen
28	7 a	Gemisch von Baumöl u. raffinirtem Rüböl	183,1	97	49	0,92	915	1,4723	—3 C° sehr schwach getrübt, —5 C° dgl. fließend —8 C° stark getrübt	
29	71 g	desgl., als Baumöl geliefert	176	102	45	0,87	914	1,4734	0 C° klar fließend, —3 C° talgartig	riecht nach B kann jedoch wenig davo halten
30	134 I	rohes Rüböl	171,8	103	53	0,90	914	1,4727	—3 C° nicht fließend, talgartig	
31	134 II	„	179,7	104	56	0,85	917	1,4736	—8 C° fließend, —10 C° nicht fließend, schmalzartig	
32	134 III	„	174,6	102	57	0,90	915	1,4723	—3 C° talgartig	
33	134 IV	„	174,3	103	53	0,88	915	1,4722	—3 C° talgartig	
34	135 g	raffinirtes Rüböl	172,9	101	52	0,76	913	1,4726	bei —5 C° talgartig	
35	I 25	Senfsamenöl	—	100	—	0,90	916	—	—5 C° zum großen Theil talgartig erstarrt	
36	I 147	„	178,4	115	55	0,82	916	—	—5 C° getrübt fließend, —10 C° dgl., —15 C° stark getrübt, fließend	
37	I 129	Erdnußöl	192	101,5	—	0,69	919	—	0 C° nicht fließend, schmalzartig, —3 C° dgl., —5 C° dgl.	
38	I 112	Baumwollsaatöl	195	110	—	0,68	922	—	0 C° butterartig, —3 C° dgl., —5 C° dgl.	setzt dicken Bo ab
39	I 132	„	198,1	115	58	0,62	920	—	0 C° butterartig, —3 C° talgartig	
40	I 133	Sesamöl	199	106	53	0,69	919	—	—3 C° getrübt fließend —5 C° butterartig erstarrt	
41	I 174	„	190,9	109	55	0,66	921	—	0 C° klar fließend —3 C° nicht fließend, dünnsalbig, —5 C° dgl.	— 15 C° dick butterartig
42	I 113	Gemisch v. Sesamöl u. trocknendem Oel	—	142	—	0,59	923	—	3 C klar fließend, 15 C° schwach getrübt, fließend	erstarrt beim in dünner riecht nach S
43	I 175	Mohnöl	—	139	66	0,54	924	—	10 C° klar fließend, — 15 C° schwach getrübt, fließend	
44	I 192	„	—	143	>70	0,53	924	—	—10 C° klar fließend, — 15° schwach getrübt, fließend	
45	I 107	Gemisch von Mohnöl und Sesamöl	—	135	—	0,58	923	—	C klar fließend, stark getrübt	
46	I 154	„	—	123	63	0,65	923	—	C klar fließend, — 10 C° stark getrübt, klumpig, fließend	— 15 C° nic ßend, schmal
47	I 106	Hanföl	—	175	>95	0,55	934	—	C klar fließend, — 15 C° schwach getrübt, fließend	
48	I 75	Leinöl	—	(157)	—	—	—	—	—	
49	I 128	„	—	180	—	0,45	931	—	— 10 C° dickflüssig getrübt, geringe Talgkörner, —15 C° nicht fließend, dickfalbig	
50	I 131	„	190,8	179	93	0,49	931	—	—1 C° klar fließend, —15 C° getrübt fließ.	
51	I 311	reines Klauenfett	201,3	59,1	46	kein Material	kein Material	kein Material	bei 0 C° butterartig	
52	I 150	reines Klauenfett mit wenig Rüböl	203,0	60	40	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	912	1,4680	bei 0 C° talgartig	
53	I 308	reines Klauenfett	192,4	69,3	42	wegen d. dicken Consist. nicht bestimmt	913	1,4687	bei 0 C° butterartig	

empfahl, die von Hübl für hinreichenden Jodüberschuß als charakteristisch angegebene Braunfärbung der Mischung (von Jod- und Oellösung) als unzulänglich ansehen müssen. Auch bei den von mir in obiger Tabelle angeführten Versuchen, zu denen ein Jodüberschuß von 15—20% benutzt wurde, war das Reaktionsgemisch am Ende des Versuches stets stark braun; nichtsdestoweniger beobachten wir durchgängig bei weiterem Zusatz von Jod ein Ansteigen der Jodzahl. Aber wir sehen gleichzeitig, daß der von Benedikt angegebene Ueberschuß sich noch als unzulänglich erwies. Das Konstantwerden der Jodzahlen trat bei den meisten Oelen erst bei einem Jodüberschuß von 65—75% ein, nur bei den Oelen von geringerer Jodzahl, wie reines Olivenöl und Klauenfett, kann er auch etwas geringer sein. Ein derartiger Ueberschuß entspricht nun, wie wir sehen, bei nicht trocknenden Oelen für etwa 0,3 g Oel einem anfänglichen Zusatz von 50 ccm, bei trocknenden Oelen für etwa 0,2 g angewandter Substanz einem ursprünglichen Zusatz von 60 ccm Jodlösung. Es empfiehlt sich jedenfalls auch bei Untersuchung von Olivenölen und Klauenfett gleich 50 ccm Jodlösung in Anwendung zu bringen, da sie ja immerhin mit Oelen von höherer Jodzahl versetzt sein können. Nach längerer Uebung (siehe die im April d. J. ausgeführten 32 Versuche) Tab. 4 ist es zu erreichen, daß bei verschiedenen mit dem gleichen Oel an einem Tage unter Anwendung eines genügenden Ueberschusses angestellten Versuchen die Differenzen höchstens 0,6% betragen, so daß man aus 2 Versuchen ein genügend genaues Mittel erhält. Sollte die Abweichung zu weit über die obige Fehlergrenze hinausgehen, so muß natürlich ein dritter Versuch entscheiden.

2. Die Konzentration der Jodlösung.

Werfen wir nun einen Blick auf die unter Zusatz der gleichen Menge Jodlösung bei verschiedenen Konzentrationen erhaltenen Zahlen, so sehen wir wieder und zwar schon bei geringerer Abnahme des wirksamen Jodgehaltes, ein sehr beträchtliches Fallen der Jodzahlen beim Leinöl und Hanföl, während beim Rüböl und noch mehr beim Olivenöl und Klauenfett die Konzentration bei genügendem Ueberschusse von geringerem oder unbeträchtlichem Einflusse ist. Es zeigt sich übrigens hierbei, daß die verschiedenen Arten von Rüböl und Olivenöl zuweilen ein abweichendes Verhalten aufweisen. Während z. B. bei Rüböl lfd. Nr. 18 und bei Olivenöl lfd. Nr. 47 bei dem Titer 1663 und 1690 g Jod (bezogen auf 100 Liter Lösung) noch kein Sinken der Jodzahl stattfindet, ist sie bei Rüböl Nr. 35 und Olivenöl 48 bei dem Titer 1663 etwas kleiner geworden.[1]) Soweit sich aus den bisherigen Versuchen schließen läßt, muß man demnach zur Untersuchung eines Leinöls oder Hanföls auf Reinheit sich einer möglichst stark konzentrirten höchstens 8 Tage alten Lösung bedienen, während für die Untersuchung von Olivenöl und Rüböl bei anfänglichem Zusatz von 50 ccm Jodlösung die Lösung etwa 14 Tage alt sein kann, ohne daß unter Zugrundelegung der oben festgestellten Bedingung eine wesentlich zu niedrige Jodzahl erhalten wird. Man kann indessen bei letzteren Oelen auch bis 3 Monate alte Lösungen anwenden, wenn man anfänglich gleich soviel ccm Jodlösung hinzusetzt, daß noch ein Ueberschuß von etwa 70% Jod vorhanden ist. Ein

[1]) Da das abweichende Verhalten dieser beiden Oele immerhin etwas auffällig erschien, so wurden noch während der Drucklegung der Arbeit mehrere Kontrollversuche an beiden Oelen mit verschieden starken Jodlösungen angestellt, deren Ergebnisse später mitgetheilt werden sollen. Hier sei nur kurz bemerkt, daß sich bei Olivenöl Nr. 48 kein bemerkenswerther Unterschied in der Jodzahl zeigte, ob dieselbe mit verdünnter oder starker Jodlösung bestimmt wurde. Beim Rüböl Nr. 35 dagegen ergab die Prüfung mit stärkerer Jodlösung mehrfach eine um 1,5 bis 2,5% höhere Jodzahl als bei Anwendung einer verdünnteren Jodlösung.

Die Brauchbarkeit der Jodzahl für die Analyse.

Prüfen wir nun die Frage, in wie weit durch die nunmehr genau festgesetzten Jodzahlen deren analytische Bedeutung beeinflußt wird, so wird man dem Hüblschen Verfahren ohne Zweifel einen noch höheren Werth als bisher zumessen können, da die zur Unterscheidung trocknender und nicht trocknender Oele dienenden Zahlen noch wesentlich mehr von einander abweichen, wie es früher vielfach angenommen wurde. Natürlich müssen zur Erzielung zuverlässiger Zahlen die oben festgesetzten Bedingungen bei Ausführung der Versuche inne gehalten werden. Versetzt man ein zur Untersuchung vorliegendes Olivenöl gleich mit einem gehörigen Ueberschuß von Jod, so wird sich auch ein geringer Gehalt an trocknendem Oel oder ein irgendwie beträchtlicher Zusatz von Rüböl, Sesamöl, Baumwollsaatöl oder Erdnußöl in der Jodzahl zu erkennen geben, und die Jodzahl wird im Verein mit den übrigen Kennzeichen, wie Verseifungszahl, Verhalten gegen konzentrirte Schwefelsäure, spec. Gewicht, Brechungscoefficient ꝛc. weiterhin das beste Mittel zur Beurtheilung der Reinheit fetter Oele bilden.

In der Tabelle 6, S. 97—99 ist eine übersichtliche Zusammenstellung der verschiedenen hier festgestellten Eigenschaften einer größeren Anzahl von Rübölen, Baumölen, trocknenden und halbtrocknenden Oelen gegeben. Man wird aus der Tabelle entnehmen können, daß sich die angeführten Oelgruppen durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften in einer zur Beurtheilung ihrer Reinheit hinreichenden Weise von einander unterscheiden, wenn auch naturgemäß von bestimmter Erkennung sehr geringer Mengen des einen Oeles in dem anderen abgesehen werden muß. Gleichzeitig aber geht auch aus der Tabelle hervor, daß von allen in Betracht kommenden Eigenschaften das Jodaufnahmevermögen dasjenige Kennzeichen ist, durch welches sich die verschiedenen Gruppen von Oelen am schärfsten von einander unterscheiden.

---

4. Ueber den Einfluß des Abkühlens von Oelen auf ihren Flüssigkeitsgrad.

Vom Assistenten Dr. Bender.

Einer Anregung aus der Praxis Folge leistend, ist eine Anzahl Versuche zur Feststellung des Einflusses unternommen worden, den das Abkühlen von Oelen auf ihren Flüssigkeitsgrad bei 20 C° ausübt. Theoretisch ist ein Einfluß von vornherein wohl denkbar, insofern als sich bei niederen Wärmegraden paraffin- oder stearinartige Bestandtheile ausscheiden, deren Lösung bei höheren Wärmegraden zumal bei dunklen Oelen nicht immer mit Sicherheit festzustellen ist, deren Anwesenheit aber den Flüssigkeitsgrad erheblich verändern würde[1]). Wenn also anzunehmen war, daß die Flüssigkeitsgrade sich nach dem Abkühlen vergrößern würden, so konnte auch anderseits vermuthet werden, daß sie durch Erhitzen der Oele wieder kleiner würden, indem die etwaigen Ausscheidungen sich wieder lösten. Es war daher von

[1]) Ein unbedingtes Filtriren aller zweifelhaften, nicht ganz sicher von festen oder gelatinösen Bestandtheilen freien Oele vor der Flüssigkeitsgradbestimmung im Englerschen Apparat wird in der Versuchsanstalt nicht vorgenommen, da es nothwendig ist, die Oele im Anlieferungszustande zu prüfen, wenn nicht vom Antragsteller ausdrücklich verlangt wird, daß das Oel vorher filtrirt werden soll. In diesem Falle wird ein ausdrücklicher Vermerk in die Prüfungsbescheinigung aufgenommen.

verbrauchten Natriumthiosulfatlösung unter Berücksichtigung des zuletzt festgestellten Titers der Jodlösung die verbrauchte Jodmenge berechnet. Wenn die Chloroformlösung des Oels während des Stehens trübe geworden ist, so muß man einige ccm Chloroform zur Klärung hinzufügen.

Nachdem nun die verschiedenen Bedingungen für die Feststellung einer hinreichend zuverlässigen Jodzahl erörtert worden sind, möge in der Tabelle 5, S. 96 eine Uebersicht über die hier gewonnenen Jodzahlen und die bisher von anderen Beobachtern für die verschiedenen Arten von Oelen erhaltenen Werthe folgen.[1])

Die außerordentlich großen Verschiedenheiten, welche insbesondere die Jodzahlen trocknender Oele bei den verschiedenen Beobachtern gegenüber den von der Versuchsanstalt aufweisen, dürften mit ziemlicher Sicherheit ausschließlich in der unzulänglichen Methode und nicht etwa nur in der abweichenden Zusammensetzung einzelner Individuen innerhalb der verschiedenen Oelarten ihre Ursachen haben. Zum Theil hat dies schon Benedikt in Bezug auf die Hüblschen Zahlen nachgewiesen. Bestätigt wird aber jene Annahme besonders durch die große Anzahl der in Tabelle 3 angeführten mit geringeren Jodüberschüssen angestellten Versuche, welche mehrfach, wie z. B. beim Hanföl, Leinöl, Mohnöl und Sesamöl die von anderen gefundenen niederen Jodzahlen ergaben. Um noch die von mir gefundenen Zahlen einer genaueren Kontrolle zu unterziehen, wurden durch Prof. Finkener und Dr. Bischoff von 2 Baumölen lfd. Nr. 39 und 43 die Jodzahl bestimmt und nach Mittheilung der hierbei inne gehaltenen Maßnahmen in Bezug auf Konzentration und Ueberschuß der Jodlösung die Zahlen mit den hier gewonnenen in Vergleich gesetzt. Man sieht, daß unter den von den genannten Beobachtern und von mir unter annähernd gleichen Umständen erhaltenen Ergebnissen eine hinreichende Uebereinstimmung besteht. Gleichzeitig habe ich von reiner Oelsäure aus einer größeren chemischen Fabrik die Jodzahl unter fast denselben Bedingungen wie Hübl ermittelt und hierbei, wie unter lfd. Nr. 51 zu ersehen ist, fast die gleiche Zahl, welche übrigens der theoretischen Jodaufnahme der Oelsäure entspricht, erhalten. Allerdings habe ich bei größeren Jodüberschüssen höhere Jodzahlen gefunden, welche natürlich konstant wurden, sobald der Ueberschuß eine bestimmte Grenze (65%) erreicht hatte. Es ist daher anzunehmen, daß die fragliche Oelsäure noch geringe Verunreinigungen enthielt, worauf auch das spec. Gewicht 0,905 hinwies, während Beilstein 0,898 für reine Oelsäure angiebt. Auch von der Hüblschen Oelsäure ist anzunehmen, daß sie nicht ganz rein war, und daß das der theoretischen Jodaufnahme entsprechende Ergebnis nur dem zufällig gering bemessenen Jodüberschuß zuzuschreiben ist. Da eine von einer zweiten Fabrik als chemisch rein bezogene Oelsäure eine noch wesentliche höhere Jodzahl (105—108 je nach der Menge des Jodüberschusses) bei dem spec. Gewicht 0,905 bei C° zeigte und demnach noch weniger rein erschien als die anfänglich untersuchte, so soll zur Bestätigung der obigen Annahmen der Versuch zur Herstellung einer durchaus reinen Säure unternommen und dieses Produkt der Behandlung mit Jod ausgesetzt werden. Wie ich mich bei einigen letzthin angestellten Vorversuchen überzeugte, bietet allerdings die Darstellung der reinen Oelsäure sehr bedeutende Schwierigkeiten dar, und scheint es sich, wie auch schon Gottlieb[2]) dargethan hat, wegen der leichten Oxydierbarkeit der Oelsäure und ihrer Derivate bei gewöhnlicher Zimmerwärme zu empfehlen, die Darstellung bis auf den Winter zu verschieben.

[1]) Während der Drucklegung der Arbeit erhielt die Versuchsanstalt noch eine Hanföl- und Leinölprobe. Erstere gab die Jodzahl 176, letztere 172, so daß die in der Tabelle 5 angegebenen Grenzen noch darnach zu erweitern sind.

[2]) „Liebigs Annalen" LVII. S. 33.

Tabelle 1. Flüssigkeitsgrade von Oelen nach

Bezeichnung des Oeles	Farbe, Durchsicht und Kältepunkt	Versuchsreihe Nr. 1						Versuchsreihe Nr. 2					
		Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°
A. Elsässer Mineral-Oel I	Schwarz. Undurchsichtig; in dünner Schicht asphaltartige Bestandtheile erkennbar. Das Oel ist bei 0° nicht fließend.	1 Tag im Zimmer	**1** 10/2.90		III 52,5			9 Tage im Zimmer und 7 Tage im Freien, dann 1 Tag im Zimmer	**2** 25/1.91	2065 2045 2065	III 52,3		
		Mittel		1950			2,48	Mittel		2058			2,62
		10 Monat im Keller und 3 Tage im Freien; dann 5 bez. 6 Tage im Zimmer	**2** 7/1. 91	2130 2035 1980 1965 1925 2015	III 52,3			mittl. Abweichung		9,0		0,44	
			8/1.	2085 2050 2048 2037				2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 50 C° erwärmten Oel	**3** 26/1. 28/1.	2060 2000 1980 2055 2005 1980 2000 2005	III 52,3		
		Mittel {	7/1. 8/1.	2008 2055									
		Mittel		2027			2,59	Mittel		2011			2,56
		mittl. Abweichung vom Mittel		51,7 15,0				mittl. Abweichung		23,6		1,17	
				44,6		2,20							
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	**3** 9/1.	1835 1850 1850	III 52,3			3. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 100 C° erwärmten Oel	**4** 28/1. 29/1.	2033 1980 1960 1980 1970 1960	III 52,3		
		Mittel		1845			2,35	Mittel		1982			2,53
		mittl. Abweichung		6,7		0,36		mittl. Abweichung		18,5		0,93	
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	**4** 9/1.	1865 1860 1833	III 52,3								
		Mittel		1853			2,36						
		mittl. Abweichung		13,0		0,70							
B. Elsässer Mineral-Oel II	Schwarz grün. Undurchsichtig; in dünner Schicht asphaltartige Bestandtheile erkennbar. Das Oel ist bei 0° nicht fließend.	1 Tag im Zimmer	**1** 10/2.90		III 52,5			7 Tage im Zimmer und 13 Tage im Freien, dann 1 Tag im Zimmer	**2** 31/1.	2080 2000 2013 1940 2030 1950 1964	III 52,3		
		Mittel		1940			2,46	Mittel		1997			
		10 Monat im Keller u. 3 Tg. im Freien; dann 6 Tg. im Zimm.	**2** 8/1. 91	2128 2125 2148	III 52,3			mittl. Abweichung		38,9		1,9	
		Mittel		2134			2,72	2. Probe wie bei Nr. 1, aber mit d. auf 50 C° erwärmt. Oel	**3** 5/2.	1980 1960 1934 1904	III 52,3		
		mittl. Abweichung		9,7		0,46		Mittel		1945			
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	**3** 8/1. 9/1.	1860 1910 1870 1888 1870	III 52,3			mittl. Abweichung		20,4		1,0	
		Mittel		1880			2,39	3. Probe (wie bei Nr. 2), aber mit d. auf 100 C° erwärmt. Oel	**4** 5/2.	1894 1867 1913 1880	III 52,3		
		mittl. Abweichung		15,6		0,83		Mittel		1889			
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	**4** 10/1.	1827 1847 1822	III 52,3			mittl. Abweichung		15,0		0,7	
		Mittel		1832			2,34						
		mittl. Abweichung		10,0		0,55							

ırkem Abkühlen und Wiedererwärmen.

ich- ıg s es	Farbe, Durchsicht und Kältepunkt	Versuchsreihe Nr. 1						Versuchsreihe Nr. 2					
		Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°
ıral- el	Braun-violett. Schwach durch-scheinend; in dünner Schicht feste Bestand-theile nicht bemerkbar. Das Oel ist bei −13 C° fließend.	2 Tage im Zimmer	1 23/4.89		I 53,2			4 Tg. im Zimmer u. 13 Tage im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2*) 5/2. 91	1762 1790 1795 1795	I 51,0		
		Mittel		1932			2,42	Mittel		1793			2,34
		20 Monate im Keller u. 12 Tg. im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2 12/1.91	1850 1830	I 52,8			mittl. Abweichung		9,5		0,53	
		Mittel		1840			2,32	2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 50 C° erwärmten Oel	3 2/2. 31/1.	1815 1835 1805	I 51,0		
		mittl. Abweichung		10,0		0,54		Mittel		1818			2,38
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	3 12/1.	1805 1800	I 52,8			mittl. Abweichung		11,0		0,60	
		Mittel		1800			2,28	3. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 100 C° erwärmten Oel	4 16/2.	1730 1720 1725	I 51,0		
		mittl. Abweichung		2,5		0,14		Mittel		1725			2,25
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	4 12/1.	1780 1825 1780 1815	I 52,8			mittl. Abweichung		3,3		0,19	
		Mittel		1800			2,27						
		mittl. Abweichung		20,0		1,11							
ıral- l line	Im auf-fallenden Licht: braungelb; im durch-fallenden Licht: dunkelgelb. Klar. Das Oel ist bei −13 C° fließend.	1 Tag im Zimmer	1 20/6.90		III 52,4			5 Tg. im Zimmer u. 12 Tage im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2 30/1.91	1070 1077 1075	III 52,3		
		Mittel		1035			1,32	Mittel		1074			1,37
		6 Monate im Keller u. 11 Tg. im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2 11/1.91	1058 1055 1065	III 52,3			mittl. Abweichung		2,7		0,25	
		Mittel		1059			1,35	2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 50 C° erwärmten Oel	3 30/1.91	1073 1073 1075	III 52,3		
		mittl. Abweichung		3,7		0,35		Mittel		1074			1,37
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	3 11/1.	1060 1070 1073	III 52,3			mittl. Abweichung		1,0		0,09	
		Mittel		1068			1,36	3. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 100 C° erwärmten Oel	4 30/1. 31/1.	1070 1068 1050 1056 1045 1056 1059	III 52,3		
		mittl. Abweichung		5,0		0,47		Mittel		1058			1,35
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	4 11/1.	1074 1065 1070	III 52,3			mittl. Abweichung		6,9		0,65	
		Mittel		1070			1,36						
		mittl. Abweichung		4,5		0,42							

Bemerkungen zur Tabelle 1.

Bei der Entnahme aus dem Keller waren nur Nr. A und B nicht fließend; nach eintägigem Stehen im Zimmer flossen sie. Im Freien wurden die Oele bis auf etwa — 20 C° abgekühlt. Bei der 1. Versuchsreihe waren Nr. A, B und E erstarrt, C und D nicht; alle waren stark mit Ausscheidungen durchsetzt. — Bei der 2. Versuchsreihe waren von Nr. A und B nur Probe 1 erstarrt; C und D flossen, während E erstarrt war; alle Oele waren stark mit Ausscheidungen durchsetzt.

*) Für diesen Versuch mußte das Oel Nr. C filtrirt werden, da Wasser hineingekommen war.

Fortsetzung von Tabelle 1.

Bezeichnung des Oeles	Farbe, Durchsicht und Kältepunkt	Versuchsreihe Nr. 1						Versuchsreihe Nr. 2					
		Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad
E. Gemisch von Mineral-Oel mit fettem Oel	Im auffallenden Licht: grüngelb; im durchfallenden Licht: hellgelb. Klar. Das Oel ist bei −3 C° nicht fließend.	2 Tage im Zimmer	1 6/11.89	400	III 52,3		0,51	3 Tg. im Zimmer u. 6 Tage im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2 24/1.91	455 453	III 52,3		
										Mittel 454			0,58
		13 Monate im Keller u. 13 Tg. im Freien; dann 1 Tag im Zimmer	2 13/1.91	462 464	III 52,3					mittl. Abweichung 1,0		0,22	
		Mittel		463			0,59	2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 50 C° erwärmten Oel	3 24/1.	453 458	III 52,3		
		mittl. Abweichung		1,0		0,22				Mittel 455			0,58
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	3 13/1.	471 473	III 52,3					mittl. Abweichung 1,2		0,26	
		Mittel		472			0,60	3. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 100 C° erwärmten Oel	4 24/1.	462 465	III 52,3		
		mittl. Abweichung		1,0		0,21				Mittel 463			0,59
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	4 13/1.	468 464	III 52,3					mittl. Abweichung 1,5		0,32	
		Mittel		466			0,59						
		mittl. Abweichung		2,0		0,43							

Tabelle 2. Schlußzusammenstellung.

Bezeichnung des Oeles	Reihe Nr.	Flüssigkeitsgrade f_e ursprüngl. 1	+ 20° 2	+ 50° 3	+100° 4	Mittel aus 3 u. 4	Abweichungen vom Mittel 3 u. 4 $\Delta f_e \cdot 10^3$ 1	2	3	4	mittlerer Fehler in %	in f_e
A.	1	2,48	2,59	2,35	2,36	2,355	+ 125	+ 235	− 5	+ 5	±0,97	±0,024
	2	—	2,62	2,56	2,53	2,545	—	+ 75	+ 15	− 15		
Unterschiede		—	+ 3	+ 21	+ 17	+ 190						
B.	1	2,46	2,72	2,39	2,34	2,365	+ 195	+ 355	+ 25	− 25	±0,94	±0,022
	2	—	2,55	2,48	2,41	2,445	—	+ 105	+ 35	− 35		
Unterschiede		—	− 17	+ 9	+ 7	+ 80						
C.	1	2,42	2,32	2,28	2,27	2,275	+ 145	+ 45	+ 5	− 5	±0,52	±0,011
	2	—	2,34	2,38	2,25	2,315	—	+ 25	+ 65	− 65		
Unterschiede		—	+ 2	+ 10	− 2	+ 40						
D.	1	1,32	1,35	1,36	1,36	1,360	− 40	− 10	0	0	±0,37	±0,005
	2	—	1,37	1,37	1,35	1,360	—	+ 10	+ 10	− 10		
Unterschiede		—	+ 2	+ 1	− 1	0						
E.	1	0,51	0,59	0,60	0,59	0,595	− 85	− 5	+ 5	− 5	±0,28	±0,017
	2	—	0,58	0,58	0,59	0,585	—	− 5	− 5	+ 5		
Unterschiede		—	− 1	− 2	0	− 10						

In wiefern die physikalische Beschaffenheit und chemische Zusammensetzung der Oele, insbesondere ihr Gehalt an paraffinartigen und asphaltigen Bestandtheilen die Veränderungen des Flüssigkeitsgrades nach dem starken Abkühlen bedingt, soll durch weitere Versuche festgestellt werden.

---

5. Ueber die Methoden zur Untersuchung von Olivenöl auf Erdnußöl.

(Vorläufige Mittheilung.)

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde.

Eine sehr häufig ausgeübte Verfälschung des technischen Olivenöls besteht in einem Zusatz größerer Mengen Arachis- oder Erdnußöl. Eine derartige Zumischung erfreut sich einer besonderen Beliebtheit, weil die Erkennung dieses Oeles im Olivenöl ungleich schwieriger ist als die Feststellung eines anderen Zusatzes und mehrere der in den einschlägigen Werken empfohlenen Methoden zum Nachweis des Erdnußöles in der That auch sehr unzuverlässige Ergebnisse liefern. Die Olivenöle unterscheiden sich von den Erdnußölen wenig oder gar nicht in der Verseifungszahl und dem spezifischen Gewicht. Die Jodzahl des reinen Olivenöls liegt zwischen 79 und 88, die des Erdnußöles zwischen 91 und 101; sie läßt daher unter Umständen nur sehr beträchtliche Zusätze von Erdnußöl im Baumöl sich verrathen, natürlich ohne dieselben als Erdnußöl zu charakterisiren, da auch der Zusatz anderer vegetabilischer Oele bekanntlich die Jodzahl des Olivenöls erhöht. Die äußeren Erscheinungen wie Geruch, Geschmack und Farbe unterscheiden zwar beide Oele im reinen Zustande ohne weiteres, lassen aber im Stich, wenn es sich um die Erkennung selbst sehr beträchtlicher Mengen des Verfälschungszusatzes handelt. Schließlich besitzt das Erdnußöl in Folge seines Gehaltes an Arachinsäureglycerid, beziehungsweise freier Arachinsäure einen höheren Erstarrungspunkt wie das Olivenöl. Auch diese Eigenschaft aber kann nicht dazu dienen, das Erdnußöl in Mischungen mit reinem Olivenöl zu kennzeichnen, da die verschiedenen Arten des Olivenöls selbst untereinander große Schwankungen hinsichtlich ihrer Kältebeständigkeit aufweisen und Baumwollsaatölzusatz z. B. ebenso wie Erdnußöl ein leichteres Erstarren des Olivenöles bewirken würde. Es ist daher erklärlich, daß sich die Bemühungen der Analytiker darauf gerichtet haben, den Nachweis des Erdnußöls auf die Abscheidung des dem Erdnußöl allein eigenthümlichen Körpers, der Arachinsäure, oder auf die Kennzeichnung bestimmter aus dem Oele hergestellter Verbindungen dieser Säure zu gründen.

Bei den meisten der auf diese Weise zu Stande gekommenen Verfahren spielt nun entweder die Schwerlöslichkeit der Arachinsäure oder diejenige ihres Kaliumsalzes in Alkohol die Hauptrolle.

Nach einem von Marie[1]) angegebenen Verfahren soll Erdnußöl im Olivenöl daran erkannt werden, daß sich aus den in heißem Alkohol gelösten Säuren beim Erkalten (der Wärmegrad ist nicht angegeben) Arachinsäure ausscheidet. Peters[2]) bestätigt diese Erscheinung für reines Erdnußöl, beobachtet jedoch keine Ausscheidung von Arachinsäure bei Anwesenheit von 20 % Erdnußöl im Olivenöl und giebt selbst folgendes Verfahren an: 2 ccm der aus dem Oel abgeschiedenen Fettsäuren werden mit ½ ccm 90prozentigem Alkohol ge-

---

[1]) Siehe Peters, „Kritische Studien über die Prüfung der vegetabilischen Fette auf ihre Verfälschungen." Inaugural-Dissertation, Erlangen, S. 43.

[2]) Ebendaselbst.

mischt und bis 17° abgekühlt. Nach mehrfachem Schütteln sollen sich die Gemische von Olivenöl mit Erdnußöl trüben. Kühlt man ein Gemisch von 2 ccm der Säuren mit 2 ccm Alkohol auf 10—11 C° eine halbe Stunde lang ab, so setzen sich bei den Mischungen mit Erdnußöl an den Wandungen des Glases kleine Krystalldrusen ab, während die Lösungen der Säuren des Olivenöls klar bleiben. Wird nun der Alkohol zur Hälfte verdampft, so trüben sich nach einiger Zeit bei 18—20 C° die Säuren der Gemische mit Erdnußöl, während diejenigen des reinen Olivenöles klar bleiben.

Souchère[1]) verfährt wie Marie und beobachtet beim Erkalten der alkoholischen Lösung der Fettsäuren Ausscheidungen der Arachinsäure in Krystallen mit charakteristischem Perlmutterglanz.

Bei den von der Versuchsanstalt vorgenommenen Prüfungen erwiesen sich nun die Löslichkeitsbestimmungen der aus dem Oel abgeschiedenen Fettsäuren in 90prozentigem Alkohol zum Nachweise des Erdnußöles als unzuverlässig, indem sich mehrfach Mischungen von Olivenöl mit 25 % Erdnußöl wie reines Olivenöl verhielten.

Im Pariser städtischen Laboratorium[2]) verseift man etwas Oel mit einer alkoholischen Kalilauge (200 g Kalihydrat auf 500 g 90prozentigen Alkohol). Man erwärmt ½ bis ¾ Stunden auf dem Wasserbade und läßt dann bei 0° bis 6 C° stehen. Schon bei Anwesenheit von nur 5 Prozenten Arachisöl scheidet sich an den Wandungen des Gefäßes eine im Alkohol unlösliche, krümliche Krystallisation von arachinsaurem Kali aus. Ist viel Arachisöl zugesetzt, so wird die ganze Masse fest.

Auch nach diesem Verfahren konnten hier keine sicheren Ergebnisse erhalten werden, da die verseiften Proben von reinen Olivenölen und von Gemischen mit Erdnußöl schon bei Zimmerwärme Ausscheidungen gaben, welche zu Irrthümern bei der Beurtheilung der Zusatzmengen Veranlassung geben konnten.[3])

Am besten bewährt hat sich das auf der direkten Abscheidung und Untersuchung der Arachinsäure beruhende Verfahren von Renard[4]), wenn es auch einiger Aenderungen bedurft hat, um geringere Mengen (zunächst bis zu 5 %) von Erdnußöl im Olivenöl sicher nachzuweisen.

Das Verfahren ist nach Renards Vorschrift wie folgt auszuführen:

10 g Oel werden verseift, die Fettsäuren mit Salzsäure abgeschieden, in 90prozentigem Alkohol gelöst und mit Bleizucker gefällt. Der Niederschlag wird zur Entfernung des ölsauren Bleis mit Aether extrahirt und der aus palmitin- und arachinsaurem Blei bestehende Rückstand mit Salzsäure zerlegt. Die Fettsäuren werden nun in 50 ccm Weingeist von 90 % in der Wärme gelöst. Die sich nach dem Erkalten abscheidende Arachinsäure wird abfiltrirt, mit 90prozentigem und dann mit 70prozentigem Alkohol gewaschen. Hierauf löst man die Säure vom Filter in heißem Alkohol und verdampft die Lösung in einer gewogenen Schale. Das Gewicht des Rückstandes giebt unter Berücksichtigung der in dem Waschalkohol gelösten Säure die gesammte im Oel enthaltene Arachinsäure und muß den Schmelzpunkt 70—71 C° besitzen. Reine Arachinsäure zeigt zwar den Schmelzpunkt 75°, indessen enthält die auf obige Weise gewonnene noch stets etwas Palmitinsäure.

Die nach diesem Verfahren in der Versuchsanstalt neuerdings vorgenommenen Prüfungen auf Erdnußöl ergaben, wie oben bemerkt, günstige Ergebnisse, insofern es stets gelang, aus

[1]) Benedikt, „Analyse der Fette und Wachsarten," Berlin 1886. S. 229.

[2]) Benedikt, „Analyse der Fette und Wachsarten", Berlin 1886, S. 228.

[3]) Auch Dr. Bischoff anerkannte in einem der Versuchsanstalt erstatteten Gutachten die Methode der französischen Chemiker als nicht stichhaltig.

[4]) „Zeitschr. f. analyt. Chemie" 1873, S. 231.

Gemischen mit Erdnußöl die Arachinsäure zu isoliren und durch ihren Schmelzpunkt zu kennzeichnen. Nur ist es erforderlich, falls nur geringe Mengen Erdnußöl (5—10%) zum Olivenöl gesetzt sind, 40 g Oel zu verarbeiten, da es bei Anwendung geringerer Mengen nicht möglich ist, eine genügende Menge Arachinsäure zur Schmelzpunktsbestimmung zu erhalten. R. Nasini und V. Villavechia[1]) schlagen zwar vor, bei Zusatz von nur 10% Erdnußöl 20 g Oel zu verseifen, um eine zur Wägung genügende Menge Arachinsäure zu erhalten. Bei der hier in erster Linie in Betracht kommenden qualitativen Untersuchung scheint jedoch die Anwendung von 40 g Oel zweckmäßiger, da man durch etwaige Verluste bei geringerer Substanzmenge genöthigt wäre, den ganzen ziemlich zeitraubenden Versuch zu wiederholen.

Zu der Versuchsausführung ist noch zu bemerken, daß die aus den Bleisalzen durch Salzsäure ausgeschiedenen Säuren so lange wiederholt aus 90prozentigem Alkohol umkrystallisirt werden müssen, bis keine Erhöhung des Schmelzpunktes mehr stattfindet, falls derselbe nicht schon bei der ersten Bestimmung über 70° gefunden wird. Bei Gegenwart von Erdnußöl gelangt man stets bis zu einem über 70 C° liegenden Schmelzpunkte.

In einem späteren Hefte sollen die Versuchsergebnisse einer näheren Besprechung unterzogen und die weiteren ergänzenden Versuche mitgetheilt werden.

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Untersuchungen über die Schwefelbestimmung in Kohlen nach Eschkascher Methode.

Von Jul. Rothe, Chemiker der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

Die Bestimmung des Schwefelgehaltes der Kohlen nach Eschka[2]) wird in der Versuchsanstalt in folgender Weise ausgeführt.

1 g der Kohle wird mit 1,5 g eines Gemisches aus 2 Gewichtstheilen Magnesia und 1 Gewichtstheil wasserfreiem Natriumcarbonat, dessen Schwefelgehalt ermittelt ist, in einem Platintiegel von etwa 30 ccm Inhalt innigst gemengt. Das Gemenge wird dann über einem Bunsen-Brenner bei schräger Lage des offenen Tiegels allmählich so weit erhitzt, daß nur der untere Theil des Tiegels rothglühend erscheint. Bei dieser Temperatur wird die Kohle gewöhnlich innerhalb einer Stunde vollständig verbrannt, wenn die Masse im Verlaufe des Erhitzens zwei bis drei Mal mit einem Spatel umgerührt wird. Nach dem Erkalten wird der Inhalt des Tiegels in ein Becherglas entleert und mit einigen ccm Brom-Wasser befeuchtet. Die letzten Reste des Rückstandes werden aus dem Tiegel anfangs mit Wasser, dann mit verdünnter Salzsäure entfernt und der Hauptmenge hinzugefügt. Nach vollständiger Zersetzung der basischen Bestandtheile durch Salzsäure wird die entstandene Lösung durch Aufkochen von überschüssigem Brom befreit und, was meist erforderlich, von dem aus der Kohle stammenden unlöslichen Rückstande abfiltrirt. In der klaren Lösung wird der zu Schwefelsäure oxydirte Schwefel in bekannter Weise als Baryumsulfat gefällt und bestimmt.

---

[1]) „Publicazione del Laboratorio Chimico Centrale delle Gabelle", Roma 1890.

[2]) „Oesterreich. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen." Jahrg. 22, pag. 111.

Tabelle 1. Flüssigkeitsgrade von Oelen nach

Bezeichnung des Oeles	Farbe, Durchsicht und Kältepunkt	Versuchsreihe Nr. 1						Versuchsreihe Nr. 2					
		Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	Aufbewahrung und Behandlung vor der Prüfung	Versuch Nr. und Datum	Ausflußzeiten in sec. bei 20 C°	Apparat Nr. und Wasserwerth in sec.	Mittlere Abweichung vom Mittel in %	Mittlerer Flüssigkeitsgrad bei 20 C°
A. Elsässer Mineral-Oel I	Schwarz. Undurchsichtig; in dünner Schicht asphaltartige Bestandtheile erkennbar. Das Oel ist bei 0° nicht fließend.	1 Tag im Zimmer	**1** 10/2.90		III			9 Tage im Zimmer und 7 Tage im Freien, dann 1 Tag im Zimmer	**2** 25/1.91	2065 2045 2065	III 52,3		
		Mittel		1950	52,5		2,48	Mittel		2058			2,62
		10 Monat im Keller und 3 Tage im Freien; dann 5 bez. 6 Tage im Zimmer	**2** 7/1. 91	2130 2035 1980 1965 1925 2015	III 52,3			mittl. Abweichung		9,0		0,44	
			8/1.	2085 2050 2048 2037				2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 50 C° erwärmten Oel	**3** 26/1. 28/1.	2060 2000 1980 2055 2005 1980 2000 2005	III 52,3		
		Mittel {	7/1. 8/1.	2008 2055				Mittel		2011			2,56
		Mittel		2027			2,59	mittl. Abweichung		23,6		1,17	
		mittl. Abweichung vom Mittel		51,7 15,0				3. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit dem auf 100 C° erwärmten Oel	**4** 28/1. 29/1.	2033 1980 1960 1980 1970 1960	III 52,3		
				44,6		2,20		Mittel		1982			2,53
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	**3** 9/1.	1835 1850 1850	III 52,3			mittl. Abweichung		18,5		0,93	
		Mittel		1845			2,35						
		mittl. Abweichung		6,7		0,36							
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	**4** 9/1.	1865 1860 1833	III 52,3								
		Mittel		1853			2,36						
		mittl. Abweichung		13,0		0,70							
B. Elsässer Mineral-Oel II	Schwarzgrün. Undurchsichtig; in dünner Schicht asphaltartige Bestandtheile erkennbar. Das Oel ist bei 0° nicht fließend.	1 Tag im Zimmer	**1** 10/2.90		III			7 Tage im Zimmer und 13 Tage im Freien, dann 1 Tag im Zimmer	**2** 31/1.	2080 2000 2013 1940 2030 1950 1964	III 52,3		
		Mittel		1940	52,5		2,46	Mittel		1997			2,55
		10 Monat im Keller u. 3 Tg. im Freien; dann 6 Tg. im Zimm.	**2** 8/1. 91	2128 2125 2148	III 52,3			mittl. Abweichung		38,9		1,95	
		Mittel		2134			2,72	2. Probe (wie bei Nr. 1), aber mit d. auf 50 C° erwärmt. Oel	**3** 5/2.	1980 1960 1934 1904	III 52,3		
		mittl. Abweichung		9,7		0,46		Mittel		1945			2,48
		2. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 50 C°	**3** 8/1. 9/1.	1860 1910 1870 1888 1870	III 52,3			mittl. Abweichung		20,4		1,05	
		Mittel		1880			2,39	3. Probe (wie bei Nr. 2), aber mit d. auf 100 C° erwärmt. Oel	**4** 5/2.	1894 1867 1913 1880	III 52,3		
		mittl. Abweichung		15,6		0,83		Mittel		1889			2,41
		3. Probe (wie bei Nr. 2), aber nach Erwärmen auf 100 C°	**4** 10/1.	1827 1847 1822	III 52,3			mittl. Abweichung		15,0		0,79	
		Mittel		1832			2,34						
		mittl. Abweichung		10,0		0,55							

Dalén:
Untersuchung eines Papierprüfungs-Apparates von Louis Schopper in Leipzig.

Fig. 15.

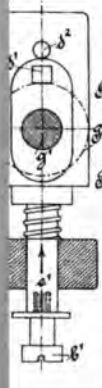


Fig. 16.

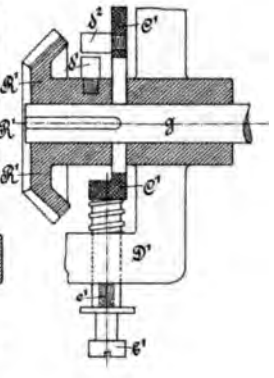


Fig. 8.

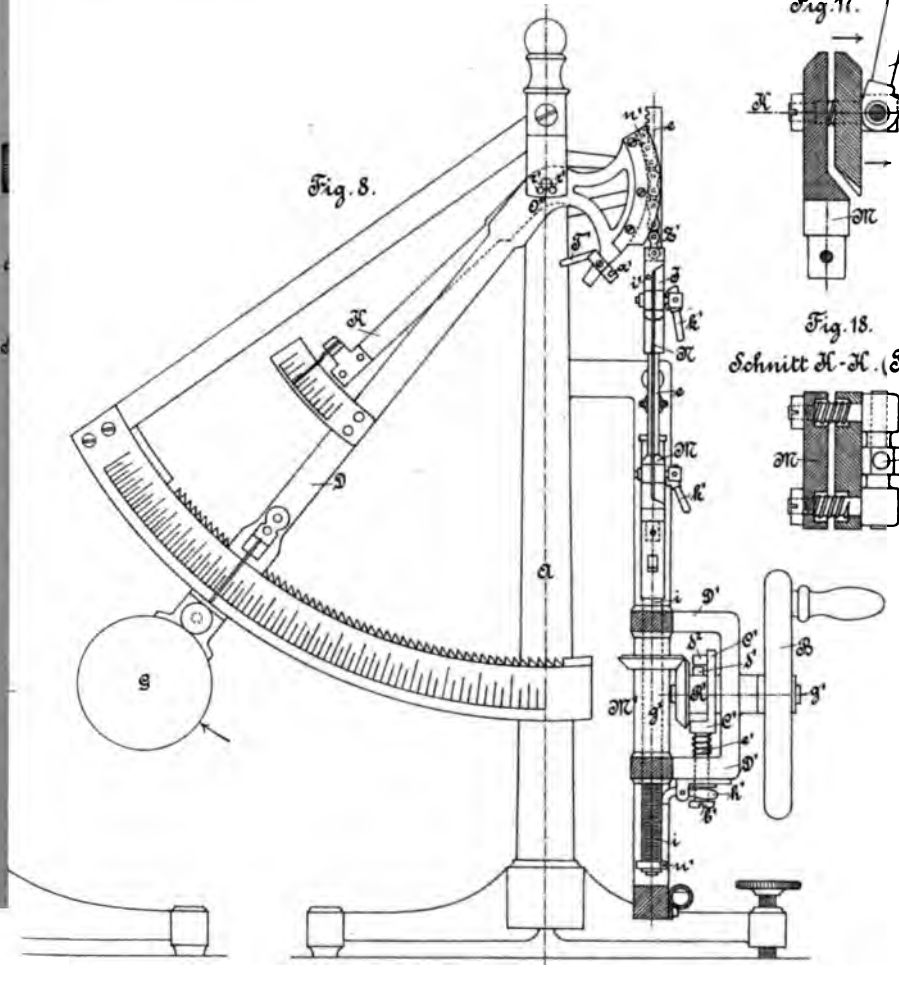


Fig. 17.

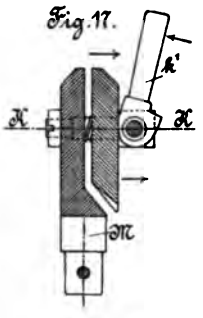
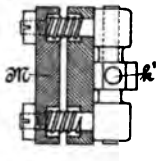
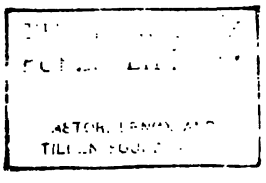


Fig. 18.
Schnitt H-H. (Fig. 17).





Guard for No. 3

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Viertes und fünftes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

Aus den ermittelten Resultaten geht hervor, daß die Druck- bezw. Biegungsfestigkeit nach der Sättigung der Proben mit Wasser mehr oder weniger herabsinkt und daß durch den Einfluß des Frostes die Abnahme der Festigkeit noch größer wird.

Der Einfluß des Frostes kommt im allgemeinen weniger zur Geltung, wenn das Gefrieren im Wasser erfolgt. In einzelnen Fällen, besonders bei den Ziegeln und überhaupt bei den Materialien mit großer Wasseraufnahme, ist die Abminderung der Festigkeit infolge der Frostbeanspruchung geringer als die durch Wasseraufnahme; was daher zu erklären ist, daß die auf Wasseraufnahmebestreben geprüften Steine ꝛc., welche nachher zu den Druckversuchen im wassersatten Zustande benutzt wurden, in der That bis zur vollen Sättigung im Wasser verblieben, während die dem Frost ausgesetzten Proben vor dem Eintritt des Frostes nur 12 Stunden unter Wasser lagen.

Die Prüfungen auf Wetterbeständigkeit insbesondere, abgesehen von den Festigkeitsproben mit wassersatten und ausgefrorenen Körpern, wurden den Münchener Beschlüssen gemäß ausgeführt, und zwar einerseits durch Bestimmung des Gehaltes an löslichen Salzen, andererseits durch Untersuchung der zur Herstellung der Steine verwendeten Rohmaterialien, sowie eines ungebrannten Steines in Bezug auf das etwaige Vorhandensein von schädlichen Beimengungen (kohlensaurer Kalk und Schwefelkies).

Da es sich bei der nachstehenden Veröffentlichung jedoch nur um Angabe der für die fertigen Fabrikate ermittelten Ergebnisse handelt, so ist darin von der Aufnahme des auf den Prüfungen bezüglich der fraglichen Beimengungen im Rohmaterial ermittelten Befundes abgesehen worden.

Hervorgehoben muß allerdings noch werden, daß nach der Menge der löslichen Salze allein der Wetterbeständigkeitsgrad der Ziegelmaterialien nicht beurtheilt werden darf, sondern hierbei auch die Wasseraufnahmefähigkeit, sowie die Abminderung in der Festigkeit bei den ausgefrorenen und wassersatten Proben gegenüber den lufttrockenen Proben in Betracht gezogen werden muß.

Eine bei den Ziegeln, wie auch bei ungebrannten künstlichen Baumaterialien in den letzten Jahren häufig ausgeführte Prüfung ist diejenige auf Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer. Hierzu wurden die Steine oder Platten, 10 an der Zahl, zunächst einem leichteren Feuer und darauf einem schärferen eine bestimmte Zeit lang ausgesetzt. Sodann ließ man 5 Proben langsam an der Luft abkühlen, während die übrigen 5 Proben durch Einwerfen in Wasser plötzlich zur Abkühlung gebracht wurden. Die Dauer für die Beanspruchung durch Feuer war bei gebrannten Materialien (Ziegeln ꝛc.) die gleiche (8 Stunden); im Uebrigen richtete sie sich nach der Art und dem Zwecke des zu prüfenden Materials.

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit bei Dachziegeln erfolgte nach der von der Münchener Konferenz vorgeschlagenen Methode und zwar in der nachstehend beschriebenen Form:

Auf fünf vollständig ausgetrocknete Dachziegel wurde je ein graduirtes Glasrohr von 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet. Hierauf wurden die Ziegel derart horizontal gelagert, daß sie nur auf beiden Enden auflagen und ihre untere Fläche die genaue Beobachtung gestattete; in die Rohre wurden je 150 ccm destillirtes Wasser eingefüllt. Die Untersuchung erstreckte sich nun zunächst auf die Ermittelung der Wassermenge, die in 1, 2, 3, 4 und 5 Stunden eingezogen war, bezw. der Zeit, nach welcher Durchlaß des Wassers an der unteren Fläche der Dachziegel erkennbar geworden

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Viertes und fünftes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Viertes und fünftes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission. Seite

(Fehlen.)

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

(Fehlen.)

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

(Fehlen.)

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

1. Resultate der Untersuchungen von künstlichen Steinen. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 151
2. Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1889/90 und 1890/91. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 240
3. Untersuchungen auf Feuerbeständigkeit an zwei kleinen Gebäuden, welche auf dem Grundstücke der Königlichen technischen Hochschule in Charlottenburg aus Schilfbrettern nach dem System Girandi errichtet wurden. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme 368

V. Kleinere Mittheilungen.

(Fehlen.)

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

IX. Jahrgang. 1891. Viertes und fünftes Heft.

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

Resultate der Untersuchungen von künstlichen Steinen.

Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme.

Im Anschlusse an die in Heft 1, Jahrgang 1887 dieser Zeitschrift S. 23—59 veröffentlichten Resultate der Untersuchungen von künstlichen Steinen enthalten die nachstehenden Tabellen eine Reihe umfangreicher Untersuchungen von verschiedenen künstlichen Materialien, vorzugsweise Ziegelsteinen, die in den Betriebsjahren 1886/87—1890/91 ausgeführt wurde.

In den Tabellen bezeichnen die fettgedruckten Zahlen die mittlere Druck- oder Biegungsfestigkeit in Kilogrammen für den Quadratcentimeter aus je einer Reihe von durchschnittlich zehn Versuchen, die über oder unter diesen stehenden Zahlen die in der betreffenden Reihe ermittelte Maximal- beziehungsweise Minimalfestigkeit des Materials.

Die Tabellen sind nach folgendem Schema geordnet:

A. Ziegelsteine.

I. α. Vollsteine.
   a) Mit einer Druckfestigkeit von mehr als 400 kg/qcm,
   b) „ „ „ zwischen 400 und 250 kg/qcm,
   c) „ „ „ unter 250 kg/qcm.
   β. Poröse Vollsteine.
II. α. Hohlsteine.
   a) Mit Langlöchern,
   b) „ Querlöchern.
   β. Poröse Hohlsteine.
III. Lochsteine (mit vertikalen Löchern).
IV. Dachziegel.

B. Fußboden- und Wandplatten verschiedener Art, sowie Gipsdielen und Schilfbretter.

C. Verschiedene künstliche Materialien.

Die einzelnen Klassen der Ziegelsteine sind eingetheilt nach ganzen, dreiviertel, halben und einviertel Steinen.

Aus den ermittelten Resultaten geht hervor, daß die Druck- bezw. Biegungsfestigkeit nach der Sättigung der Proben mit Wasser mehr oder weniger herabsinkt und daß durch den Einfluß des Frostes die Abnahme der Festigkeit noch größer wird.

Der Einfluß des Frostes kommt im allgemeinen weniger zur Geltung, wenn das Gefrieren im Wasser erfolgt. In einzelnen Fällen, besonders bei den Ziegeln und überhaupt bei den Materialien mit großer Wasseraufnahme, ist die Abminderung der Festigkeit infolge der Frostbeanspruchung geringer als die durch Wasseraufnahme; was daher zu erklären ist, daß die auf Wasseraufnahmebestreben geprüften Steine ꝛc., welche nachher zu den Druckversuchen im wassersatten Zustande benutzt wurden, in der That bis zur vollen Sättigung im Wasser verblieben, während die dem Frost ausgesetzten Proben vor dem Eintritt des Frostes nur 12 Stunden unter Wasser lagen.

Die Prüfungen auf Wetterbeständigkeit insbesondere, abgesehen von den Festigkeitsproben mit wassersatten und ausgefrorenen Körpern, wurden den Münchener Beschlüssen gemäß ausgeführt, und zwar einerseits durch Bestimmung des Gehaltes an löslichen Salzen, andererseits durch Untersuchung der zur Herstellung der Steine verwendeten Rohmaterialien, sowie eines ungebrannten Steines in Bezug auf das etwaige Vorhandensein von schädlichen Beimengungen (kohlensaurer Kalk und Schwefelkies).

Da es sich bei der nachstehenden Veröffentlichung jedoch nur um Angabe der für die fertigen Fabrikate ermittelten Ergebnisse handelt, so ist darin von der Aufnahme des aus den Prüfungen bezüglich der fraglichen Beimengungen im Rohmaterial ermittelten Befundes abgesehen worden.

Hervorgehoben muß allerdings noch werden, daß nach der Menge der löslichen Salze allein der Wetterbeständigkeitsgrad der Ziegelmaterialien nicht beurteilt werden darf, sondern hierbei auch die Wasseraufnahmefähigkeit, sowie die Abminderung in der Festigkeit bei den ausgefrorenen und wassersatten Proben gegenüber den lufttrockenen Proben in Betracht gezogen werden muß.

Eine bei den Ziegeln, wie auch bei ungebrannten künstlichen Baumaterialien in den letzten Jahren häufig ausgeführte Prüfung ist diejenige auf Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer. Hierzu wurden die Steine oder Platten, 10 an der Zahl, zunächst einem leichteren Feuer und darauf einem schärferen eine bestimmte Zeit lang ausgesetzt. Sodann ließ man 5 Proben langsam an der Luft abkühlen, während die übrigen 5 Proben durch Einwerfen in Wasser plötzlich zur Abkühlung gebracht wurden. Die Dauer für die Beanspruchung durch Feuer war bei gebrannten Materialien (Ziegeln ꝛc.) die gleiche (5 Stunden); im Uebrigen richtete sie sich nach der Art und dem Zwecke des zu prüfenden Materials.

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit bei Dachziegeln erfolgte nach der von der Münchener Konferenz vorgeschlagenen Methode und zwar in der nachstehend beschriebenen Form:

Auf fünf vollständig ausgetrocknete Dachziegel wurde je ein graduirtes Glasrohr von 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet. Hierauf wurden die Ziegel derart horizontal gelagert, daß sie nur auf beiden Enden auflagen und ihre untere Fläche eine ganze Bedeckung gestattete; in die Rohre wurden je 150 ccm destillirtes Wasser eingefüllt. Die Untersuchung erstreckte sich nun zunächst auf die Ermittelung der Wassermenge, welche in 1, 2, 3, 4 und 5 Stunden eingezogen war, bezw. der Zeit, nach welcher etwa ein Durchlaß des Wassers an der unteren Fläche der Dachziegel erkennbar geworden war. Die

ein solcher in den ersten fünf Stunden nicht erfolgt, so wurde durch Fortsetzung der Versuche das während des Zeitraums von 12 oder 24 Stunden aufgenommene Wasserquantum bestimmt, bezw. der Zeitpunkt des etwa stattgehabten Wasserdurchlasses festgesetzt.

Die Versuche auf Abnutzbarkeit wurden an Probekörpern mit 50 qcm Fläche ausgeführt, welche bei 30 kg Belastung 450 Umgänge der Schleifscheibe (unter Anwendung von 20 g Naxos-Smirgel Nr. 3 auf je 22 Scheibenumgänge) für den Schleifradius von 22 cm erlitten, wobei die Schleifscheibe 22 Umgänge in der Minute machte.

Die Ermittelung zunächst der durch die Schleifarbeit erlittenen Gewichts-Verluste der Probestücke erfolgte in allen Fällen nach je einem Viertel der Anzahl der auszuführenden Scheibenumgänge, um hierdurch eine Beurtheilung der Gleichmäßigkeit sowohl des zu prüfenden Materials als auch der aufgewendeten Schleifarbeit zu ermöglichen.

Dementsprechend enthalten daher die Angaben über Abnutzbarkeit der Materialien die vier nach einander ermittelten Verluste bezw. deren Summe in Grammen, welche, durch das spezifische Gewicht des fraglichen Materials dividirt, den Verlust in Kubikcentimetern angeben.

Die in den Tabellen vorkommenden Abweichungen in der Ausführlichkeit der Prüfungen erklären sich aus der Verschiedenheit der Anträge, die größtentheils durch die Art des Verbrauchszwecks der einzelnen Steingattungen oder auch durch besondere Wünsche der Antragsteller entstanden.

Es kann jedoch mit Bestimmtheit ausgesprochen werden, daß die in kleinerem Umfange ausgeführten Untersuchungen fast lediglich den früheren Jahrgängen angehören, während die Anordnung der einzelnen Untersuchungen späterhin und bis jetzt stetig umfangreicher geworden ist, so daß also das immerwährende Bestreben der Prüfungsstation, die Prüfungen so gleichartig und einheitlich als möglich zu gestalten, damit der Vergleich der einzelnen Steingattungen untereinander leicht gezogen werden kann, vollkommen erreicht worden ist.

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken
			cm			qcm	kg/q
							A. 3
							I. a.
			a) Mit einer Druckfesti				
1	Klinkersteine aus der Ziegelei von A. Seyfarth in Cassel	mattbraunroth	25	11,5	6	287,5	433,2 **401** 338,5
2	Wasserstrichklinker aus der Ziegelei von A. Seyfarth in Cassel	bräunlichroth	25	12	6,5	300	467,7 **418** 352,6
3	Preßsteine aus der Ziegelei von A. Seyfarth in Cassel	braunroth	24,5	11,5	6,5	281,75	532,6 **458** 425,7
4	Sandklinker (kleines Format) aus der Ziegelei von A. Seyfarth in Cassel	braunroth	20	9,5	5	190	820,0 **711** 616,0
5	Wasserstrichklinker (kleines Format) aus der Ziegelei von A. Seyfarth in Cassel	braunroth	21,5	9,5	5	202	901,0 **832** 778,4
6	Backsteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	blaßroth	25	12	6,5	300	426,9 **407** 386,1
7	Klinker-Mauersteine; Journ.-Nr. 4679	dunkelroth	24	11	6	264	481,1 **460** 432,6
8 [1])	Mauersteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	blaßroth	24,5	11,5	6,5	281,75	475,2 **444** 392,0
9	Klinkersteine; Journ.-Nr. 4719	gelb	24,5	11,5	6,5	281,75	514,8 **469** 407,9
10	Ziegelsteine aus der Fabrik von Louis Jochum in Ottweiler	roth	24,5	11,5	6	281,75	479,2 **440** 386,1
11	„Mauersteine B" ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation in Wilhelmshaven	dunkelroth	23,5	10,5	5,3	246,75	591,0 **534** 423,7
12	Klinker; Journ.-Nr. 4909	graugelb	24	11,5	6,5	276	459,5 **422** 374,5
13 [1])	Hartbrandziegel zu Festungsbauten (Paramente) aus dem Succaser Dampf-Thonwerk v. F. Moebus in Succase bei Lenzen, Kreis Elbing	braunroth	24	11,2	6,3	268,8	600,3 **478** 372,6
14 [1])	Hartbrandziegel zu Wasserbauten aus dem Succaser Dampf-Thonwerk von F. Moebus in Succase bei Lenzen, Kreis Elbing	dunkelroth	24	11,2	6,3	268,8	600,3 **532** 443,0

[1]) Die Bestimmung der Härte fand an den feingemachten Stirn-Oberflächen statt. Die in der Spalte 14 angef. Zahlen geben das Mineral der Mohs'schen Skala an, von welchem der Stein zuerst geritzt wurde, ohne dieses selbst zu ritzen.

[2]) Biegungsfestigkeit:

	P	K
wasserfatt	2060,9 kg	127,2 kg/qcm
	1630,9 „	100,1 „
	1336,8 „	82,5 „

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
...tigkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte,[1]) von der Maßschen Skala rigt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
...rungefroren		freie Länge l in cm. $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
...der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
...eine.										
...eine.										
...n über 400 kg. 4/4 (ganze) Steine.										
					3,195					
					3,442					
					3,502					
					2,043					
					2,070					
...3,3	400,9				3,701	1,959	7	4,85	6,0	0,521
...3	364									
...2,6	330,4									
					3,420					
...7,9	427,7	$l = 20$	2005,2	123,8	3,760	2,136	7	7,2	7,6	geringe
...3	388	$W = \frac{11{,}5 \cdot 6{,}5^2}{6} = 80{,}98$	1749,0	108,0						Spuren
...4,3	352,4		1559,6	96,3						
					3,381					
...5,6	439,6				3,468	2,053	7	8,7	9,4	0,315
...7	418									
...5,4	344,5									
					2,551	2,024	7—8	4,8	5,5	
					3,568					
...16,2	511,3				3,394	1,820	8	8,9	9,6	0,279
...51	460									
...72,6	430,6									
...38,2	538,2				3,406	2,141	8	7,4	7,9	0,293
...508	499									
...472,0	467,8									

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $32{,}9 + 33{,}1 + 32{,}3 + 33{,}0 = 131{,}3$ g $= \frac{131{,}3}{1{,}820}$ ccm $= 72{,}1$ ccm

„ „ „ II: $32{,}0 + 36{,}1 + 36{,}5 + 37{,}0 = 141{,}6$ g $= \frac{141{,}6}{1{,}820}$ ccm $= 77{,}8$ ccm.

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $35{,}7 + 33{,}3 + 34{,}8 + 31{,}5 = 135{,}3$ g $= \frac{135{,}3}{2{,}141}$ ccm $= 63{,}2$ ccm

„ „ „ II: $35{,}5 + 45{,}5 + 41{,}1 + 33{,}8 = 155{,}9$ g $= \frac{155{,}9}{2{,}141}$ ccm $= 72{,}8$ ccm.

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken
			cm			qcm	kg
15	F. Rothe, Ziegelei Worpswede, Kreis Osterholz	gelb	22	10,5	5	231	887,0 **820** 594,3
16	Ziegelsteine aus der Fabrik von Anton Porr in Fischhausen	roth	24	12	6,3	288	461,6 **407** 328,8
17 [1]	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Bourgon & Sohn in Niederweiler in Lothringen	roth	25	11,5	5,5	287,5	454,5 **408** 365,5
18	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 5221—5226	gelb	21	10	4,4	210	611,9 **553** 481,6
19	Vollsteine aus der Fabrik in Hangelar. Station Beul (rechtsrh.) von Flemming & Ihrke in Köln	gelb	25	12	7	300	668,8 **546** 501,1
20	Hartbrandsteine aus der Festungsziegelei in Boyen. Antr.: Kgl. Fortifikation der Feste Boyen	gelb	25	11,5	6,5	287,5	560,9 **459** 369,4
21	Hintermauerungssteine aus der Dampfziegelei von Wiel in Oberdollendorf a. Rh.	dunkelroth	24	11	6,5	264	616,1 **518** 443,1
22 [2]	4/4 Verblendsteine aus der Verblendstein-Fabrik von Gustav Wiel in Oberdollendorf a. Rh.	dunkelroth	24,5	11,5	6,5	281,75	596,0 **497** 346,5
23 [3]	Pflasterklinker aus der Ziegelei „Hasle Teglvaerk auf der Insel Bornholm" von Ludwig Edelstein in Kopenhagen	braun	21	10	5	210	1164,1 **1081** 1013,7
24 [4]	Klinker für Facaden und Wasserbau aus der Ziegelei „Hasle Teglvaerk auf Bornholm" von Ludwig Edelstein in Kopenhagen	gelblich-braun	21	10	5	210	1102,9 **926** 779,8
25	Alte Mauersteine mit dem eingebrannten Fabrikstempel „C. Wernecke auf Hermsdorf". Antr.: Gebr. Schickler in Berlin	blaßroth	26	12,5	6,5	325	459,4 **407** 308,5
26	Vollziegel; Journ.-Nr. 5680	roth	24,5	12	6	294	503,5 **436** 399,0
27	Vollziegel; Journ.-Nr. 5681	roth	24,5	11,5	6	281,75	475,2 **417** 362,3
28	Verblendsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Ministerium der öffentlichen Arbeiten	dunkelroth	Formziegel			275	524,7 **472** 403,6
29	Klinker desgl.	dunkelroth	24,5	11,5	6,5	281,75	455,4 **409** 314,8

[1] Biegungsfestigkeit:

	P	K
wassersatt	1002,6 kg	86,4 kg/qcm
	825,8 „	71,2 „
	612,7 „	52,8 „

[2] Biegungsfestigkeit:

	P	K
wassersatt	1838,1 kg	113,5 kg/qcm
	1604,2 „	99,0 „
	1336,8 „	82,5 „

	P	K
ausgefroren an der Luft	1615,3 kg	99,7 kg/qcm
	1370,2 „	84,6 „
	1114,0 „	68,8 „

	P	
ausgefroren unter Wasser	1949,5 kg	[illegible]
	1492,8 „	[illegible]
	1281,1 „	[illegible]

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala zuerst ritzt	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
336,6	846,0				2,235	2,055	8	5,5	5,9	0,137
793	**791**									
749,7	747,3									
21,6	433,2				3,534	2,020	7—8	7,1	7,6	
64	**380**									
21,0	332,7									
02,3	410,0	$l = 20$	1169,7	100,8	2,748	1,958	6	11,7	12,5	0,166
87	**380**	$W = \frac{11,5 \cdot 5,5^2}{6} = 58$	**874,5**	**75,4**						
75,2	334,6		612,7	52,8						
548,8	571,1				1,750	2,080	7—8	9,97	10,8	
536	**536**									
520,8	504,0									
					4,271					
					3,421					
10,8	586,6				3,621	2,039	7—8	4,6	5,2	0,141
05	**495**									
8,2	379,8									
		$l = 20$	2116,6	130,6	3,768	1,907	8—9	6,8	6,8	0,111
		$W = \frac{11,5 \cdot 6,5^2}{6} = 81$	**1782,4**	**110,0**						
			1336,8	82,5						
		$l = 16$	2116,6	203,2	2,612	2,193	9	0,38	0,56	0,066
		$W = \frac{10 \cdot 5^2}{6} = 41,67$	**1908,5**	**183**						
			1782,4	171,1						
7,5	952,5				2,593	2,185	8—9	0,54	0,72	0,077
F	**906**									
7,5	852,2									
					3,776					
					3,314					
					3,468					
					4,235					
					3,911					

*) Abnutzung: für den Versuch I: $14,7 + 9,3 + 4,9 + 5,6 = 34,5 \text{ g} = \frac{34,5}{2,193} \text{ ccm} = 15,7 \text{ ccm}$

„ „ „ II: $14,9 + 10,1 + 7,0 + 5,5 = 37,5 \text{ g} = \frac{37,5}{2,193} \text{ ccm} = 17,1 \text{ ccm}.$

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
Portland	2005,2 kg	193,5 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1726,7 kg	165,8 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1782,4 kg	171,1 kg/qcm
	1755,9 „	169 „		1615,3 „	155 „		1626,4 „	156 „
	1615,3 „	155,1 „		1503,9 „	144,3 „		1503,9 „	144,3 „

*) Abnutzung: für den Versuch I: $5,6 + 5,0 + 5,0 + 5,1 = 20,7 \text{ g} = \frac{20,7}{2,185} \text{ ccm} = 9,5 \text{ ccm}$

„ „ „ II: $9,0 + 8,9 + 6,8 + 6,1 = 30,8 \text{ g} = \frac{30,8}{2,185} \text{ ccm} = 14,1 \text{ ccm}.$

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				D
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luft- trocken u
			cm			qcm	kg/qc
30	Chamottesteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	weißgelb	25,5	12	6,5	306	618,8 **511** 436,8
31	Chamottesteine, S. 2 aus der Cölln-Meißener Chamotte- und Thonwaaren-Fabrik in Cölln	weißgelb	25,5	12	6,5	306	538,7 **454** 425,9
32	Ziegelsteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	466,5 **422** 401,8
33	Ziegelsteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	26,5	13	6,5	344,5	544,0 **411** 252,8
34	Hartbrandziegel; Journ.-Nr. 6338	bräunlich-roth	29	14	7,5	406	658,0 **534** 392,0
35	Mittelbrandziegel; Journ.-Nr. 6339	roth	29	14	7,5	406	560,0 **417** 280,0
36	Schwachbrandziegel; Journ.-Nr. 6340	roth	29	14	7,5	406	560,0 **408** 280,0
37	Hartbrandziegel; Journ.-Nr. 6341	roth	29	14	7	406	546,0 **401** 305,2
38	Chamottesteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	weißgelb	25,5	12	6,5	306	546,0 **446** 384,0
39	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 6435—6438	gelb	24,5	11,5	6	281,75	445,0 **405** 336,6
40 [1]	Maschinen-Pflaster Klinker aus der Steinfurther Dampfziegelei von M. Ziegra in Berlin	gelb	25	11,5	6,5	287,5	669,2 **555** 444,8
41 [1]	Kanal-Verblender aus der Steinfurther Dampfziegelei von M. Ziegra in Berlin	gelb	25	12	6,5	300	519,7 **428** 337,8
42	Verblendsteine aus der Dampfziegelei Okollo bei Bromberg von Franz Peterson in Wilhelmsthal. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	dunkelroth	25,5	12	6,5	306	591,5 **507** 413,1
43	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Friedrichsort	gelb	25,5	12,5	6,5	318,75	534,6 **413** 314,5
44	Klinkersteine I aus der Ziegelei der Zschipkauer Werke, W. Nürnbergs Wwe. zu Zschipkau bei Senftenberg	gelb	24	12	6,5	288	495,1 **404** 313,3

[1] Abnutzung für den Versuch I: $13{,}3 + 19{,}8 + 7{,}3 + 12{,}0 = 52{,}4$ g $= \frac{52{,}4}{1{,}806}$ ccm $= 29{,}0$ ccm

" " " II: $28{,}7 + 23{,}7 + 17{,}3 + 24{,}9 = 94{,}6$ g $= \frac{94{,}6}{1{,}806}$ ccm $= 52{,}4$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 506,7 kg/qcm; 419 "; 352,0 " } plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 394,5 kg/qcm; 337 "; 270,8 " }

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
45	Klinkersteine II aus der Ziegelei der Zschipkauer Werke, W. Nürnbergs Wwe. zu Zschipkau bei Senftenberg	bräunlichgelb	24	12	6,5	288	580,2 439 355,9	
46	Handstrich-Klinker, auf dem Dampfziegelwerk des Amtes Kunersdorf, Kreis West-Sternberg gefertigt; Rittergutsbesitzer B. Gebauer zu Kunersdorf, Kr. West-Sternberg	gelb	23,3	11,5	6,5	270,25	509,2 411 306,4	465,8 388 310,5
47	Verblendsteine; Journ.-Nr. 6642—6647	roth	20	12	6,5	240	506,2 423 321,1	480,5 411 350,1
48	Klinker; Journ.-Nr. 6816	gelb	24	12	6,5	288	580,2 472 386,8	
49	Normal-Backsteine aus der Dampfziegelei Sauermilch bei Ottweiler von Friedrich Pflug in Baltersbacherhof bei Ottweiler	blaßroth	25	12	6,5	300	616,2 545 415,7	668,2 586 408,3
50 [1]	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 6984—6994	gelb	24,5	11,5	6	281,75	693,0 542 411,8	594,0 524 425,7
51 [2]	Hartbrandsteine; Journ.-Nr. 7029—7036	gelb	25	12	6,5	300	890,9 812 723,8	902,0 794 649,9
52	Rohbausteine aus der Stadtziegelei zu Plau in Mecklenburg von Herm. Daries zu Plau i. Mecklenburg	roth	25	12	6,5	300	816,6 675 519,7	742,4 635 519,7
53 [3]	Feine Maschinenklinker aus der Ziegelei zu Leubnitz von Bruno Müller in Dresden	gelb	24,5	11,5	6	281,75	823,7 653 495,0	752,4 644 546,5
54	Ordinaire Handstrichklinker; desgl.	stumpf gelb	24,5	11,5	6	281,75	792,0 637 475,2	689,0 620 522,7
55 [4]	Backsteinklinker aus der Ziegelei von H. Weber in Jena	gelb	25	12	6,5	300	438,0 419 399,0	482,6 469 363,8
56 [5]	Gelbe Troittoirklinker a. d. Klinkerfabr. der Skromberga Stenkols och Lerindustrie Actiebolag bei Ekeby in Schweden. Autr.: Firma Adolph Möller (Inh.: Kommerzienrath Adolph Möller & Max Möller) Baumaterialienhandlung in Altona	gelb	23	11	6	253	1152,8 1108 1056,0	1179,2 1096 1012,0

[1]) **Abnutzung**: für den Versuch I: $20,2 + 22,8 + 25,2 + 16,9 = 85,1\ g = \frac{85,1}{1,779}\ ccm = 47,8\ ccm$

. . . II: $10,2 + 10,0 + 17,1 + 8,1 = 45,4\ g = \frac{45,4}{1,779}\ ccm = 25,6\ ccm.$

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wassersatt	905,1 kg	65,6 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	946,9 kg	68,6 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	946,9 kg	68,6 kg/qcm
	779,8 „	56,5 „		697,7 „	50,3 „		711,5 „	51,6 „
	612,7 „	44,4 „		501,3 „	36,3 „		557,0 „	40,4 „

[2]) **Abnutzung**: für den Versuch I: $14,4 + 16,4 + 16,0 + 15,2 = 62,0\ g = \frac{62,0}{2,125}\ ccm = 29,2\ ccm$

. . . II: $18,0 + 16,9 + 17,2 + 16,0 = 68,1\ g = \frac{68,1}{2,125}\ ccm = 32,0\ ccm.$

[3]) **Abnutzung**: für den Versuch I: $16,7 + 18,8 + 17,9 + 18,1 = 71,5\ g = \frac{71,5}{1,755}\ ccm = 40,7\ ccm$

. . . II: $17,0 + 15,2 + 14,9 + 17,6 = 64,7\ g = \frac{64,7}{1,755}\ ccm = 36,9\ ccm.$

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben kg	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze %
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte kg	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$ kg/qcm				in 12 Std. %	in 125 Std. (satt) %	
kg/qcm										
					3,797					
445,1	414,0				3,310	2,067	7	5,7	6,1	0,060
348	**357**									
277,4	327,1									
457,2	457,2				2,935	1,665	5	15,4	16,2	0,194
398	**408**									
330,0	376,9									
					3,170					
501,1	503,0				3,931	2,279	8—9	3,75	4,46	0,212
448	**462**									
393,5	432,5									
594,0	554,4	$l = 20$	974,7	70,6	3,265	1,779	6	15,4	15,9	0,521
495	**515**	$W = \frac{11,5 \cdot 6^2}{6} = 69$	**790,9**	**57,3**						
435,6	483,1		501,3	36,3						
835,2	853,8	$l = 20$	1559,6	92,3	4,154	2,125	9	6,1	6,7	0,2
768	**725**	$W = \frac{12 \cdot 6,5^2}{6} = 84,5$	**1310,1**	**77,5**						
686,7	560,5		1114,0	65,9						
783,2	675,6				3,627	2,097	7	10,5	11,0	0,244
600	**622**									
438,0	556,8									
792,0	740,5				3,211	1,755	8	6,0	7,0	0,120
638	**596**									
586,1	455,4									
685,1	673,2				3,618	1,883	7	6,5	7,3	0,183
613	**575**									
502,9	435,6									
423,2	412,0				3,294	1,620	6	17,1	17,8	0,246
376	**385**									
352,6	334,1									
1100,0	1104,4	$l = 20$	2562,2	194,1	3,231	2,190	9	0,8	2,2	0,016
1082	**1028**	$W = \frac{11 \cdot 6^2}{6} = 66$	**2150,0**	**163**						
1047,2	924,0		1949,5	147,7						

*) **Abnutzung:** für den Versuch I: $37,0 + 32,9 + 29,8 + 33,2 = 132,9$ g $= \frac{132,9}{1,620}$ ccm $= 82,0$ ccm

„ „ „ II: $23,6 + 24,0 + 25,9 + 30,0 = 103,5$ g $= \frac{103,5}{1,620}$ ccm $= 63,9$ ccm.

*) **Abnutzung:** für den Versuch I: $4,5 + 4,2 + 4,5 + 4,8 = 18,0$ g $= \frac{18,0}{2,190}$ ccm $= 8,2$ ccm

„ „ „ II: $4,3 + 4,5 + 4,0 + 4,5 = 17,3$ g $= \frac{17,3}{2,190}$ ccm $= 7,9$ ccm.

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wasserſatt	2395,1 kg	181,4 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	2228,0 kg	168,8 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	2339,4 kg	177,2 kg/qcm
	1949,4 „	148 „		1899,4 „	144 „		1832,5 „	138 „
	1671,0 „	126,6 „		1671,0 „	126,6 „		1559,6 „	118,2 „

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
69 [1]	Maschinen-Vollsteine — gelbe Klinker — aus der Dampf-Ringofen-Ziegelei Hohland von C. Aug. Muß & Jansen zu Lüdingshausen i. Westf.	gelb	24	11,5	6,5	276	883,9 **786** 561,0	887,9 **789** 536,8
70 [2]	Ziegelsteine, Journ.-Nr. 7941—7953	roth	25	12	6,5	300	749,8 **583** 417,6	850,1 **576** 482,6
71 [3]	Hartbrand-Strangpressenziegel; Journ.-Nr. 8348—8351	stumpfröthlich, violett	23,5	11,5	6	270,25	811,4 **683** 558,9	787,2 **674** 579,6
72	Klinker; Ursprungsangabe nicht gestattet	stumpfbräunlich, gelb	21,5	10	5,5	215	1086,8 **996** 832,0	1092,0 **990** 884,0
73 [4]	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8379—8391	roth	24	11	6,5	264	633,9 **569** 506,4	590,8 **553** 485,3
74	Hartbrandsteine aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzer F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magedeburg	bräunlichroth	24,5	11,5	6	281,75	605,9 **559** 455,4	633,6 **544** 435,6
75	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8601—8606	roth	25	12	6	300	519,7 **411** 334,1	516,0 **406** 334,1
76	Ziegelsteine aus der Dampfziegelei von Wilh. Seifert, Architekt, zu Leyndorf bei Panschwitz	roth	25	12	6,5	300	482,6 **401** 345,2	484,4 **394** 315,5
77	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Amtsstelle für die Kanalisation zu Hannover	—	25,5	12,5	6,5	318,75	552,1 **427** 248,1	524,1 **405** 216,6
78	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8932—8935. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	25	12	6	300	612,5 **509** 363,8	593,9 **500** 408,3
79 [5]	Preßziegelsteine der Leimbacher Dampfziegelei, Ed. Wülfing & Co. zu Barmen	braunroth	24,5	12	6,5	294	752,0 **614** 456,0	699,2 **606** 467,4
80	Normalklinkersteine; Journ.-Nr. 9010	blaßroth	25,5	12	6,5	306	618,8 **474** 382,2	

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $16{,}7 + 12{,}8 + 11{,}5 + 13{,}2 = 54{,}2$ g $= \frac{54{,}2}{1{,}620}$ ccm $= 33{,}5$ ccm

„ „ „ II: $15{,}0 + 23{,}3 + 19{,}0 + 14{,}5 = 71{,}8$ g $= \frac{71{,}8}{1{,}620}$ ccm $= 44{,}3$ ccm.

Biegungsfestigkeit:

		P	K
wassersatt		2395,1 kg	142,0 kg/qcm
		1893,8 „	112 „
		1448,2 „	85,9 „
ausgefroren an der Luft		1893,8 kg	112,3 kg/qcm
		1726,7 „	102 „
		1559,6 „	92,5 „
ausgefroren unter Wasser		1949,5 kg	115,6 kg/qcm
		1710,0 „	101 „
		1448,2 „	85,9 „

[2]) Abnutzung: für den Versuch I: $26{,}8 + 18{,}8 + 18{,}6 + 14{,}4 = 78{,}6$ g $= \frac{78{,}6}{2{,}140}$ ccm $= 36{,}7$ ccm

„ „ „ II: $20{,}7 + 18{,}0 + 17{,}4 + 13{,}8 = 69{,}9$ g $= \frac{69{,}9}{2{,}140}$ ccm $= 32{,}7$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 649,6 kg/qcm; 561 „; 475,1 „ }

plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 631,0 kg/qcm; 546 „; 508,5 „ }

Biegungsfestigkeit:

		P	K
wassersatt		1671,0 kg	98,9 kg/qcm
		1286,7 „	76,1 „
		1058,3 „	62,6 „
ausgefroren an der Luft		1615,3 kg	95,6 kg/qcm
		1268,8 „	75,1 „
		1058,3 „	62,6 „
ausgefroren unter Wasser		1671,0 kg	98,9 kg/qcm
		1275,5 „	75,5 „
		1002,6 „	59,3 „

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
69 [1]	Maschinen-Vollsteine — gelbe Klinker — aus der Dampf-Ringofen-Ziegelei Hohland von C. Aug. Muß & Jansen zu Lüdingshausen i. Westf.	gelb	24	11,5	6,5	276	883,9 **736** 561,0	887,9 **739** 536,8
70 [2]	Ziegelsteine, Journ.-Nr. 7941—7953	roth	25	12	6,5	300	749,8 **583** 417,6	850,1 **576** 482,6
71 [3]	Hartbrand-Strangpressenziegel; Journ.-Nr. 8348—8351	stumpfröthlich, violett	23,5	11,5	6	270,25	811,4 **683** 558,9	787,2 **674** 579,6
72	Klinker; Ursprungsangabe nicht gestattet	stumpfbräunlich, gelb	21,5	10	5,5	215	1086,8 **906** 832,0	1092,0 **900** 884,0
73 [4]	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8379—8391	roth	24	11	6,5	264	633,9 **569** 506,4	590,8 **553** 485,3
74	Hartbrandsteine aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzer F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magdeburg	bräunlichroth	24,5	11,5	6	281,75	605,9 **559** 455,4	633,6 **544** 435,6
75	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8601—8606	roth	25	12	6	300	519,7 **411** 334,1	516,0 **406** 334,7
76	Ziegelsteine aus der Dampfziegelei von Wilh. Seifert, Architekt, zu Leyndorf bei Panschwitz	roth	25	12	6,5	300	482,6 **401** 345,2	484,7 **394** 315,7
77	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Amtsstelle für die Kanalisation zu Hannover	—	25,5	12,5	6,5	318,75	552,1 **427** 248,1	524,7 **405** 216,7
78	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 8932—8935. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	25	12	6	300	612,5 **509** 363,8	593,7 **500** 408,7
79 [5]	Preßziegelsteine der Leimbacher Dampfziegelei, Ed. Wülfing & Co. zu Barmen	braunroth	24,5	12	6,5	294	752,0 **614** 456,0	699,7 **606** 467,7
80	Normalklinkersteine; Journ.-Nr. 9010	blaßroth	25,5	12	6,5	306	618,8 **474** 382,2	

[1] Abnutzung: für den Versuch I: $16{,}7 + 12{,}8 + 11{,}5 + 13{,}2 = 54{,}2$ g $= \frac{54{,}2}{1{,}620}$ ccm $= 33{,}5$ ccm

„ „ „ II: $15{,}0 + 23{,}3 + 19{,}0 + 14{,}5 = 71{,}8$ g $= \frac{71{,}8}{1{,}620}$ ccm $= 44{,}3$ ccm.

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wassersatt	2395,1 kg	142,0 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1893,8 kg	112,3 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1949,5 kg	115,6 kg/qcm
	1893,8 „	112 „		1726,7 „	102 „		1710,0 „	101 „
	1448,2 „	85,9 „		1559,6 „	92,5 „		1448,2 „	85,9 „

[2] Abnutzung für den Versuch I: $26{,}8 + 18{,}8 + 18{,}6 + 14{,}4 = 78{,}6$ g $= \frac{78{,}6}{2{,}140}$ ccm $= 36{,}7$ ccm

„ „ „ II: $20{,}7 + 18{,}0 + 17{,}4 + 13{,}8 = 69{,}9$ g $= \frac{69{,}9}{2{,}140}$ ccm $= 32{,}7$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt: 649,6 kg/qcm; 561 „; 475,1 „

plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt: 631,0 kg/qcm; 546 „; 508,5 „

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wassersatt	1671,0 kg	98,9 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1615,3 kg	95,6 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1671,0 kg	98,9 kg/qcm
	1286,7 „	76,1 „		1268,8 „	75,1 „		1275,5 „	75,5 „
	1058,3 „	62,6 „		1058,3 „	62,6 „		1002,6 „	59,3 „

8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
t	Biegungsfestigkeit						Wasser-aufnahme		
oren	freie Länge 1 in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala			Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
m		kg	kg/qcm	kg			%	%	%
887,9	$l = 20$	2562,2	152,0	3,340	1,620	6—7	5,9	6,6	0,222
696	$W = \frac{11,5 \cdot 6,5^2}{6} = 84,3$	**2038,6**	**121**						
516,6		1838,1	109,0						
761,0	$l = 20$	1782,4	105,5	3,820	2,140	8—9	5,1	5,5	0,084
565	$W = \frac{12 \cdot 6,5^2}{6} = 84,5$	**1431,5**	**84,7**						
456,6		1114,0	65,9						
				3,561	2,298	8—9	1,2	1,4	0,148
144,0				2,620	2,140	9	1,4	1,8	0,099
974									
780,0									
611,9	$l = 20$	1559,6	135,3	3,376	2,013	8—9	5,9	6,6	1,322
541	$W = \frac{11 \cdot 6,5^2}{6} = 57,63$	**1244,9**	**108**						
464,2		1002,6	87,0						
				3,506	2,091	8	4,3	5,2	0,028
464,0				3,730	1,933	6	12,8	13,2	0,028
384									
297,0									
462,6				3,765	1,860	6	10,9	11,4	0,056
377									
311,8									
527,6				3,935	2,009	6	8,3	9,4	0,834
414									
324,9									
				3,150	1,604	5	18,9	19,4	0,060
672,6				3,972	2,282	9	5,3	6,0	0,124
593									
494,0									
				3,865					

Abnutzung: für den Versuch I: $5,1 + 5,4 + 5,1 + 5,1 = 20,7\ g = \frac{20,7}{2,298}\ ccm = 9,0\ ccm$

„ „ „ II: $4,7 + 5,2 + 5,3 + 4,6 = 19,8\ g = \frac{19,8}{2,298}\ ccm = 8,6\ ccm.$

Abnutzung: für den Versuch I: $11,0 + 12,0 + 10,5 + 11,3 = 44,8\ g = \frac{44,8}{2,013}\ ccm = 22,3\ ccm$

„ „ „ II: $13,3 + 10,0 + 10,4 + 11,5 = 45,2\ g = \frac{45,2}{2,013}\ ccm = 22,5\ ccm.$

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 590,8 kg/qcm; 534 „; 502,2 „ } — plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 523,3 kg/qcm; 487 „; 422,0 „ }

Biegungsfestigkeit:

P	K		P	K		P	K
1559,9 kg	135,3 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1281,1 kg	111,1 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1169,7 kg	101,5 kg/qcm
1186,4 „	103 „		1066,6 „	93 „		1080,6 „	94 „
974 „	84,6 „		946,9 „	82,2 „		946,9 „	82,2 „

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 577,6 kg/qcm; 547 „; 471,2 „ } — plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 570,0 kg/qcm; 490 „; 427,5 „ }

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
81	Vollverblendklinker von Henschke & Niemer, Dampfziegelei und Verblendstein-Fabrik zu Sommerfeld	gelb	25	12	6,5	300	557,1 **438** 323,5	546,3 **435** 327,1
82	Hintermauerungssteine; Journ.-Nr. 9059	blaßroth	25	12	6,5	300	493,7 **442** 367,5	
83 [1]	Klinker; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	20	10	5	200	1086,4 **812** 529,2	1036,0 **785** 520,8
84	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 9185—9190	dunkelroth	25	12	6	300	631,0 **455** 330,4	631,0 **444** 337,8
85 [2]	Klinker aus der Ziegelei des Kgl. Kammerherrn und Rittergutsbesitzer Max von dem Borne auf Berneuchen	braunroth	25	11,5	6	287,50	576,3 **439** 309,4	560,9 **432** 348,1
86	Mauersteine, Klasse I, aus der Ziegelei des Kgl. Kammerherrn und Rittergutsbesitzer Max von dem Borne auf Berneuchen	dunkelroth	25	11,5	6	287,50	471,9 **404** 348,1	580,2 **398** 290,1
87	Hintermauerungssteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Bau-Unternehmung M. Sager zu Grünenthal bei Hanerau i. Holst.	roth	21	10	5,5	210	567,0 **495** 405,0	
88	Klinker aus Drehna. Antr.: Kgl. Baurath Orth in Berlin	gelblich	24,5	11,5	6,5	281,75	550,4 **478** 419,8	
89	Verblendsteine; Journ.-Nr. 9346—9351	gelb	25	12,5	6	312,50	569,6 **466** 334,6	605,2 **445** 352,4
								¾ Voll-
90	Verblendziegel aus der Ziegelei zu Roßberg, Kreis Beuthen von Arnold Friedenstein zu Beuthen in Schlesien	roth	19	12	6,5	228	568,7 **493** 390,3	575,3 **491** 423,7
								¾ (halbe)
91	Verblendziegel; Journ.-Nr. 6721	Lederfarbe	12	12	7	144	546,0 **422** 358,8	
								1/
92	Verblendziegel; Journ.-Nr. 6722	Lederfarbe	12	6,5	6,5	78	837,8 **650** 532,5	

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $6{,}0 + 7{,}0 + 6{,}5 + 6{,}4 = 25{,}9$ g $= \frac{25{,}9}{2{,}178}$ ccm $= 11{,}9$ ccm

„ „ „ II: $6{,}4 + 5{,}7 + 6{,}5 + 6{,}3 = 24{,}9$ g $= \frac{24{,}9}{2{,}178}$ ccm $= 11{,}4$ ccm.

[2]) Abnutzung: für den Versuch I: $11{,}6 + 12{,}7 + 10{,}8 + 9{,}2 = 44{,}3$ g $= \frac{44{,}3}{1{,}912}$ ccm $= 23{,}2$ ccm

„ „ „ II: $10{,}3 + 9{,}0 + 9{,}2 + 8{,}0 = 36{,}5$ g $= \frac{36{,}5}{1{,}912}$ ccm $= 19{,}1$ ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
igkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala richt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
usgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
der ift	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
2,7	517,5				3,850	2,045	8	5,3	5,9	0,028
5	**408**									
3,5	294,7				3,630					
					2,185	2,178	7	2,6	3,0	0,004
6,8	556,8				3,485	1,834	7	10,6	11,1	0,208
2	**438**									
6,1	352,6									
0,2	533,8	$l = 20$	1448,2	104,9	3,298	1,912	6	11,6	12,1	0,048
2	**415**	$W = \frac{11,5 \cdot 6^2}{6} = 69,0$	**1247,7**	**90**						
1,7	309,4		891,2	64,6						
0,2	483,5				3,250	1,882	5	11,2	11,7	0,036
6	**393**									
9,4	309,4				1,967					
					3,588					
,0	491,3				3,550	1,665		20,8	21,7	0,170
	367									
,2	259,5									
1.										
,2	512,9				2,850	1,925	6—7	7,82	8,44	0,056
	450									
,3	412,6									
rte.										
					1,707					
e.										
					0,939					

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 456,4 kg/qcm; 413 „; 394,5 „ } — plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 425,5 kg/qcm; 382 „; 328,8 „ }

Biegungsfestigkeit:

att { 1336,8 kg 96,9 kg/qcm; 1180,9 „ 86 „; 1002,6 „ 72,7 „ } ausgefroren an der Luft { 1253,3 kg 90,8 kg/qcm; 1119,6 „ 81 „; 1002,6 „ 72,7 „ } ausgefroren unter Wasser { 1392,5 kg 100,9 kg/qcm; 1169,7 „ 85 „; 946,9 „ 68,5 „ }

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
110 [1]	Gelbe Ziegelsteine aus der Ziegelei in Gelmer bei Münster von H. Wattermann in Münster	gelb	25	12	6,5	300	315,5 **276** 314,2	311,8 274 219,0
111	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4730	blaßroth	25	11,5	6	287,5	299,8 **258** 189,5	
112	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4780	gelb	25,5	12,5	6,5	318,75	311,0 **280** 251,6	
113 [2]	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4790—4802	blaßroth	25	12	6,5	300	417,6 **360** 336,7	371,2 **325** 285,8
114	Mauersteine aus der Ziegelei des Herrn Rahn in Aschersleben. Antr.: Kalkwerke Aschersleben, Gewerkschaft zu Aschersleben	roth	25	12	6	300	315,5 **280** 220,9	
115	Mauersteine aus der Ziegelei der Herren Bernhardt & Genther in Mansfeld. Antr.: Kalkwerke Aschersleben, Gewerkschaft zu Aschersleben	blaßroth	25	12	6,5	300	335,9 **282** 241,3	
116	„Ziegelsteine" ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Rittergutsbesitzer und Landrath a. D. Birkner zu Cadinen	blaßroth	25	12	6,6	300	399,0 **313** 254,3	
117	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4912	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	499,0 **381** 211,9	
118	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4938. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	315,5 **291** 263,6	
119	Ziegelsteine: Journ.-Nr. 4939. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	roth	24,5	11,5	6,5	293,25	380,0 **290** 228,0	
120	Ziegelsteine erster Sorte aus der Ziegelei von Otto Schulze zu Kl. Ruhr, Kreis Wehlau	dunkelroth	24,5	11,5	6,5	281,75	358,4 **324** 281,2	
121	Ziegelsteine zweiter Sorte aus der Ziegelei von Otto Schulze zu Kl. Ruhr, Kreis Wehlau	roth	25	12	6,5	300	311,8 **259** 222,0	
122	Mittelbrandsteine aus der Ziegelei von F. Moebus in Sucasse bei Lenzen, Kreis Elbing	blaßroth	25	12	6,5	300	367,5 **315** 269,1	
123	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 5006. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	roth	25	12	6,8	300	343,4 **267** 219,0	
124	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 5008	roth	25	12	6,5	300	393,5 **318** 245,0	

[1] Biegungsfestigkeit

	P	K
wasserfatt	1169,7 kg	69,2 kg/qcm
	1013,7 „	60 „
	946,9 „	56,0 „

[2] Abnutzung für den Versuch I: $35{,}2 + 28{,}7 + 39{,}4 + 28{,}8 = 132{,}1\ \text{g} = \frac{132{,}1}{1{,}812}\ \text{ccm} = 73{,}0\ \text{ccm}$

„ „ „ II: $32{,}8 + 41{,}8 + 32{,}2 + 39{,}5 = 146{,}3\ \text{g} = \frac{146{,}3}{1{,}812}\ \text{ccm} = 80{,}7\ \text{ccm}$.

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
110 [1]	Gelbe Ziegelsteine aus der Ziegelei in Gelmer bei Münster von H. Waltermann in Münster	gelb	25	12	6,5	300	315,5 **276** 204,2	311 **274** 219
111	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4720	blaßroth	25	11,5	6	287,5	299,8 **258** 189,5	
112	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4780	gelb	25,5	12,5	6,5	318,75	311,0 **280** 251,6	
113 [2]	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4790—4802	blaßroth	25	12	6,5	300	417,6 **360** 326,7	371 **335** 285
114	Mauersteine aus der Ziegelei des Herrn Nahry in Aschersleben. Antr.: Kaliwerke Aschersleben, Gewerkschaft zu Aschersleben	roth	25	12	6	300	315,5 **280** 220,9	
115	Mauersteine aus der Ziegelei der Herren Bernhardt & Genther in Mansfeld. Antr.: Kaliwerke Aschersleben, Gewerkschaft zu Aschersleben	blaßroth	25	12	6,5	300	335,9 **282** 241,3	
116	„Ziegelsteine" ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Rittergutsbesitzer und Landrath a. D. Birkner zu Cadinen	blaßroth	25	12	6,6	300	399,0 **313** 254,3	
117	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4912	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	499,0 **381** 211,9	
118	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4938. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	315,5 **291** 263,6	
119	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 4939. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	roth	24,5	11,5	6,5	293,25	380,0 **290** 228,0	
120	Ziegelsteine erster Sorte aus der Ziegelei von Otto Schulze zu Kl. Ruhr, Kreis Wehlau	dunkelroth	24,5	11,5	6,5	281,75	358,4 **324** 281,2	
121	Ziegelsteine zweiter Sorte aus der Ziegelei von Otto Schulze zu Kl. Ruhr, Kreis Wehlau	roth	25	12	6,5	300	311,8 **259** 222,0	
122	Mittelbrandsteine aus der Ziegelei von F. Moebus in Sucasse bei Lenzen, Kreis Elbing	blaßroth	25	12	6,5	300	367,5 **315** 269,1	
123	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 5006. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	roth	25	12	6,8	300	343,4 **267** 219,0	
124	Ziegelsteine; Journ.-Nr. 5008	roth	25	12	6,5	300	393,5 **318** 245,0	

[1] Biegungsfestigkeit:

	P	K
wassersatt	1169,7 kg	69,2 kg/qcm
	1013,7 „	60 „
	946,9 „	56,0 „

[2] Abnutzung: für den Versuch I: $35{,}2 + 28{,}7 + 39{,}4 + 28{,}8 = 132{,}1\ g = \frac{132{,}1}{1{,}812}\ ccm = 73{,}0\ ccm$

„ „ „ II: $32{,}8 + 41{,}8 + 32{,}2 + 39{,}5 = 146{,}3\ g = \frac{146{,}3}{1{,}812}\ ccm = 80{,}7\ ccm$

9. Biegungsfestigkeit: freie Länge l in cm, $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	10. lufttrocken: Belastung P in der Mitte kg	11. lufttrocken: $K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$ kg/qcm	12. Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben kg	13. Spezifisches Gewicht	14. Härte, von der Mohsschen Skala	15. Wasseraufnahme in 12 Std. %	16. Wasseraufnahme in 125 Std. (satt) %	17. Wetterbeständigkeit, lösliche Salze %
l = 20	1392,5	82,4	3,360	1,804	5	15,5	16,2	0,111
$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**1147,4**	**67,9**	3,028					
	1002,6	59,3	3,745					
l = 20	1086,1	64,3	3,359	1,812	5—6	14,6	15,3	1,037
$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**991,4**	**58,7**	3,447					
	891,2	52,8	3,826					
			3,640					
			3,594					
			3,261					
			3,850					
			3,726					
			3,755					
			3,431					
			3,440					
			3,381					

egungsfestigkeit:

P	K
058,3 kg	62,6 kg/qcm
928,8 „	55 „
779,8 „	46,1 „

	P	K
ausgefroren an der Luft	974,7 kg	57,7 kg/qcm
	852,2 „	50,4 „
	668,4 „	39,6 „

	P	K
ausgefroren unter Wasser	1002,6 kg	59,3 kg/qcm
	894 „	52,9 „
	668,4 „	39,6 „

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
142	Ursprungsangabe nicht gestattet		24,5	12	6	294	323,0 **271** 228,0	
143	Desgl.		24,5	11,5	6,5	281,75	340,6 **292** 257,4	
144	Desgl.		24,5	12	6,5	294	288,8 **268** 229,9	
145	Desgl.		25	12	6,5	300	332,2 **299** 263,6	
146	Desgl.		25	12	6,5	300	371,2 **325** 263,6	
147	Desgl.		25	12,5	6,7	312,5	391,6 **340** 300,8	
148	Desgl.		25	12,5	6,3	312,5	352,4 **283** 251,0	
149	Desgl.		25	12	6,5	300	287,7 **259** 167,0	
150	Desgl.		25,5	12	6,5	306	449,2 **359** 315,5	
151	Desgl.		24	12	6	288	470,0 **336** 284,3	
152	Desgl.		24	12	6,3	288	328,8 **269** 222,4	
153	Desgl.		24	12,5	6	300	356,4 **275** 224,6	
154	Desgl.		24,5	12,5	6,3	306,25	305,8 **255** 214,8	
155	Desgl.		25	12	6,5	300	389,8 **321** 241,3	
156	Desgl.		25	12	6,5	300	348,9 **282** 241,3	
157	Desgl.		24,5	12,5	6	306,25	309,4 **281** 236,6	
158	Ziegelsteine aus der Ziegelei Dambitzen bei Elbing von Oscar Art in Elbing	blaßroth	26	12,5	6,5	325	394,2 **322** 270,8	
159	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24,5	12	6,5	294	342,0 **259** 209,0	285,0 **243** 180,5

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
ſtigkeit		Biegungsfeſtigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifiſches Gewicht	Härte, von der Mohsſchen Skala	Waſſeraufnahme		Wetterbeſtändigkeit, löslicher Salze
ausgefroren			lufttrocken							
in der Luft	unter Waſſer	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belaſtung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (ſatt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					2,857					
					3,366					
					3,239					
					3,353					
					3,386					
					3,408					
					3,503					
					3,458					
					3,328					
					2,742					
					2,817					
					3,006					
					3,031					
					3,040					
					3,210					
					3,055					
					3,872					
264,1 238 218,5	275,5 243 222,3				3,243	1,714	6—7	12,8	13,7	0,711

1.	2.	3.	4.				
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	th
			cm			qcm	
142	Ursprungsangabe nicht gestattet		24,5	12	6	294	
143	Desgl.		24,5	11,5	6,5	281,75	
144	Desgl.		24,5	12	6,5	294	
145	Desgl.		25	12	6,5	300	
146	Desgl.		25	12	6,5	300	
147	Desgl.		25	12,5	6,7	312,5	
148	Desgl.		25	12,5	6,3	312,5	
149	Desgl.		25	12	6,5	300	
150	Desgl.		25,5	12	6,5	306	
151	Desgl.		24	12	6	288	
152	Desgl.		24	12	6,3	288	
153	Desgl.		24	12,5	6	300	
154	Desgl.		24,5	12,5	6,3	306,25	
155	Desgl.		25	12	6,5	300	
156	Desgl.		25	12	6,5	300	
157	Desgl.		24,5	12,5	6	306,25	
158	Ziegelsteine aus der Ziegelei Dambitzen bei Elbing von Oscar Art in Elbing	blaßroth	26	12,5	6,5	325	
159	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24,5	12	6,5	294	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$			richt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					2,857					
					3,366					
					3,239					
					3,353					
					3,386					
					3,408					
					3,503					
					3,458					
					3,328					
					2,742					
					2,817					
					3,006					
					3,031					
					3,040					
					3,210					
					3,055					
					3,872					
264,1 238 218,5	275,5 243 222,3				3,243	1,714	6—7	12,8	13,7	0,711

1.	2.	3.	4.			
			Abmessungen			
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche
			cm			qcm
160	Ziegelsteine aus der Festungsziegelei Boyen. Antr.: Kgl. Fortifikation der Feste Boyen	gelb	25	12	6,5	300
161	Ursprungsangabe nicht gestattet	röthlichgelb	24,5	11,5	6,5	281,75
162	„Ziegelei von Aron in Fordon". Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300
163	„Ziegel von Hoffmann in Brahnau." Antr.: Kgl. Fortifikation zu Thorn	roth	25	12,5	7	312,5
164	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	12	6	300
165	Mauersteine aus der Utthausener Ziegelei. Antr.: Schwartzkopff & Theising in Berlin	gelb	24	11,5	6,5	276
166	Ziegelsteine aus der Ziegelei Wiesenburg. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	dunkelroth	24,5	11,5	6	281,75
167	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24,5	11,5	6,5	281,75
168	Radialziegelsteine aus der Ziegelei von Alb. Herr, Fabrikbesitzer und Hof-Maurermeister in Hagenow i. M.	roth	Radialziegel			380
169	Journ.-Nr. 5682	gelblich	24,5	12	6	306,25
170	Ursprungsangabe nicht gestattet	weißgelb	25	12,5	6,5	312,5
171	Desgl.	bräunlich-gelb	24,5	12	6	294
172	Ziegel aus der Ziegelei der Wittwe Scheel-Bromberg. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	dunkelroth	25,5	12,5	6,5	318,75
173	Ziegel aus der Ziegelei von Karges—Kulm. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blafroth	26	13	6	338
174	Ziegelsteine von der Ziegelei Oduch, Mewe. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12	6,5	306
175	Ziegelsteine von der Ziegelei Schochow, Graudenz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelblichroth	25	12	6,5	300
176	Paramentziegel; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	12	6,5	300
177	Erdparamentziegel; desgl.	roth	24,5	12	6,5	294

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
igkeit		Biegungsfestigkeit						Wasseraufnahme		
sgefroren			lufttrocken							
der ift	unter Wasser	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala trifft zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,382					
0,5	352,4				3,103	1,625	5—6	16,2	17,0	1,119
7	**315**									
17,8	221,8									
					3,821	1,995	6—7—8	7,4	8,1	0,445
					4,045	2,031	7—8	7,6	8,2	0,233
9,8	387,9				3,820	1,786	5—6	11,0	11,4	0,112
8	**307**									
9,8	274,7									
					2,915					
					2,998	1,750	5—6	13,4	14,3	0,099
,3	376,2				3,317	1,649	6—7	12,6	14,5	0,403
	348									
,9	324,7									
,2	504,0				4,825	1,694	6—9	10,5	10,9	0,262
	370									
,9	280,0									
					3,186					
					4,226					
					3,344					
					4,113	1,995	8	5,9	6,3	0,079
					3,546	1,679	5	13,8	14,7	0,581
					3,693	1,735	6—7	14,0	15,0	0,249
					3,550	1,707	6	15,6	16,2	0,349
					3,546					
					3,844					

1. Laufende Nr.	2. Fabrikationsort resp. Ziegelei	3. Farbe	4. Abmessungen Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	5. Druck lufttrocken	6. Druck [illegible]
			cm			qcm	kg/qcm	
196	Ziegelsteine aus der Ziegelei Przylubie bei Schalitz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	426,9 **364** 269,1	43 **35** 24
197	Parement-Verblendsteine aus der Lewinschen Ziegelei in Rudak. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	437,0 **319** 237,5	40 **32** 22
198	Ziegel aus der Ziegelei von Karges aus Culm. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **313** 231,4	32 **28** 25
199	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Lüttmann in Gremboczno. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	377,4 **326** 284,8	36 **30** 22
200 [1]	Ziegelsteine aus der Ziegelei Zschertnitz von der Dresdener Baugesellschaft zu Dresden	gelb	25	12	6,5	300	436,2 **382** 330,4	39 **35** 32
201	Ziegelsteine von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	gelb	29	14	9,5	406	313,6 **279** 229,6	29 **26** 2[illegible]
202	Ziegelsteine von rothem Thon mit Beimischung von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	roth	28	14	8	392	274,4 **254** 212,8	2[illegible] **2** 2[illegible]
203	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei in Sufflenweyersheim bei Straßburg i. E. von Reis & Bund zu Straßburg i. E.	graugelb	25	12	6,5	300	426,9 **378** 345,2	4[illegible] **3** 2
204	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt der Kgl. Residenzstadt Hannover	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **321** 277,7	
205	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	11,5	7	287,5	328,8 **284** 239,8	
206	Ziegelsteine aus der Dampfziegelei der Gebrüder Fischer & Co. in Glindenberg bei Wolmirstedt. Antr.: Maurermeister L. Peters in Berlin	roth	25	12	6,5	300	413,9 **385** 348,9	423,2 **379** 334,1
207	Journ.-Nr. 6936—6941	gelb	24,5	12	6,5	294	427,5 **360** 288,8	427,5 **351** 266,0
208	Rohbausteine. Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	384,3 **305** 258,6	394,8 **292** 218,4
209	Mittelbrandsteine, desgl.	blaßroth	25	12	6,5	300	352,6 **315** 248,7	330,1 **300** 241,1
210	Hintermauerungssteine der Skånska Cement-Actie Bolaget zu Malmö	röthlichgelb	25	12	6,5	300	441,7 **381** 297,9	428,1 **369** 300,7
211	Ziegelei Bernhard Schwersenz in Inowrazlaw. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6	300	408,3 **266** 180,0	371,2 **250** 146,6

[1]) **Abnutzung**: für den Versuch I: 21,5 + 13,5 + 19,5 + 19,1 = 73,6 g = $\frac{73,6}{1,741}$ ccm = 42,3 ccm

„ „ „ II: 27,8 + 25,5 + 38,0 + 21,0 = 112,3 g = $\frac{112,3}{1,741}$ ccm = 64,5 ccm.

8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
keit	Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
gefroren	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken					in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
r unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$						
g/qcm		kg	kg/qcm	kg			%	%	%
				3,775					
				2,457	1,689	5—6	11,4	12,1	0,235
				3,546	1,635	5—8	13,3	14,1	0,258
8 293,3				3,786	1,646	5	7,8	8,6	0,692
281									
3 269,1									
5 267,3				3,151	1,500	4—5	22,9	23,8	1,389
235									
0 213,4									
8 304,0				3,405	1,619	5	17,8	18,7	0,672
262									
0 228,0									
0 396,1				3,739	1,876	7	4,98	5,6	0,265
276									
6 202,0									
5 436,8				3,437	1,699	7	15,32	16,2	0,175
353									
8 291,2									
				5,026					
				3,228	1,708	5	20,01	20,6	0,537
				3,458					
				3,548					
				3,783					
267,6				2,694	1,765	5—6	15,18	16,2	0,219
252									
225,2									
				3,713			13,78	14,21	
334,1				3,663	1,745	5—6	16,7	17,8	0,027
301									
285,8									
				3,740	2,058	9	5,3	6,0	0,065
				4,035	1,900	7	7,5	8,1	0,099

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
196	Ziegelsteine aus der Ziegelei Przylubie bei Schulitz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	426,9 **364** 269,1	433,2 **352** 247,5
197	Parement-Verblendsteine aus der Lewinschen Ziegelei in Rudak. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	437,0 **319** 237,5	408,5 **321** 228,0
198	Ziegel aus der Ziegelei von Karges aus Culm. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **313** 231,4	320,– **289** 259,–
199	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Lüttmann in Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	377,4 **326** 284,8	364,– **305** 227,–
200 [1]	Ziegelsteine aus der Ziegelei Zschertnitz von der Dresdener Baugesellschaft zu Dresden	gelb	25	12	6,5	300	436,2 **382** 330,4	393,– **355** 326,–
201	Ziegelsteine von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	gelb	29	14	9,5	406	313,6 **279** 229,6	296,– **266** 240,–
202	Ziegelsteine von rothem Thon mit Beimischung von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	roth	28	14	8	392	274,4 **254** 212,8	280,– **244** 207,–
203	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei in Suffelweyersheim bei Straßburg i. E. von Reis & Bund zu Straßburg i. E.	graugelb	25	12	6,5	300	426,9 **378** 345,2	430,– **360** 290,–
204	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt der Kgl. Residenzstadt Hannover	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **321** 277,7	
205	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	11,5	7	287,5	328,8 **284** 239,8	
206	Ziegelsteine aus der Dampfziegelei der Gebrüder Fischer & Co. in Glindenberg bei Wolmirstedt. Antr.: Maurermeister L. Peters in Berlin	roth	25	12	6,5	300	413,9 **385** 348,9	423,2 **379** 334,1
207	Journ.-Nr. 6936—6941	gelb	24,5	12	6,5	294	427,5 **360** 288,8	427,5 **351** 266,0
208	Rohbausteine. Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	384,3 **305** 258,6	394,8 **292** 218,4
209	Mittelbrandsteine, desgl.	blaßroth	25	12	6,5	300	352,6 **315** 248,7	330,4 **300** 241,–
210	Hintermauerungssteine der Skånska Cement-Actie Bolaget zu Malmö	röthlichgelb	25	12	6,5	300	441,7 **381** 297,9	423,– **369** 300,–
211	Ziegelei Bernhard Schwersenz in Inowrazlaw. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6	300	408,3 **266** 180,0	371,– **250** 146,–

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: 21,5 + 13,5 + 19,5 + 19,1 = 73,6 g = $\frac{73,6}{1,741}$ ccm = 42,3 ccm

„ „ „ II: 27,8 + 25,5 + 38,0 + 21,0 = 112,3 g = $\frac{112,3}{1,741}$ ccm = 64,5 ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgetrocknet		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala rigt zuerst	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
309,4	263,9				4,386	2,218	7—8	5,4	5,6	0,064
261	**246**									
233,0	233,0									
371,2	337,8				4,165	2,152	8—9	4,3	4,8	0,214
331	**293**									
300,7	256,1									
322,7	336,6				3,339	2,140	7—8	9,15	10,1	0,091
270	**290**									
228,2	263,0									
323,0	321,1				3,201	1,586	5—6	17,8	18,8	0,387
299	**279**									
266,0	218,5									
357,8	359,6				3,741	1,649	6,7	10,6	11,0	0,121
287	**314**									
217,2	263,4									
290,1	290,1				3,315	1,738	6	16,0	16,5	0,567
262	**275**									
232,1	232,1									
					3,965	1,982	8	7,4	8,0	0,619
					3,398	1,544	5—6	16,8	17,5	0,181
					3,493					
					3,418	1,722	6	14,0	17,5	0,236
336,6	348,5				3,646	2,005	6—7	12,5	13,7	0,068
255	**256**									
200,0	200,0									
349,6	357,2				4,103	2,203	8—9	4,3	5,0	0,189
322	**326**									
296,4	294,5									
					3,250					
					3,314	1,686	6	8,5	8,9	0,144
263,4	284,8				4,140	1,677	5—6	14,4	14,9	0,230
232	**249**									
169,1	213,6									
464,2	433,2				3,634	1,869	6—7	9,8	10,7	0,344
360	**354**									
270,8	270,8									
					3,452					

[1]) **Abnutzung**: für den Versuch II: $10{,}5 + 8{,}9 + 9{,}0 + 8{,}5 = 36{,}9$ g $= \frac{36{,}9}{2{,}203}$ ccm $= 16{,}7$ ccm.

1.	2.	3.	4. Abmessungen				5.	6.
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	Druck: lufttrocken	Druck: wa…
			cm			qcm	kg/qcm	
196	Ziegelsteine aus der Ziegelei Przylubie bei Schulitz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	426,9 **364** 269,1	4… 3… 2…
197	Parement-Verblendsteine aus der Lewinschen Ziegelei in Rudak. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	437,0 **319** 237,5	4… 3… 2…
198	Ziegel aus der Ziegelei von Karges aus Culm. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **313** 231,4	3… 2… 2…
199	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Lüttmann in Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	377,4 **326** 284,8	3… 3… 2…
200 [1])	Ziegelsteine aus der Ziegelei Zschertnitz von der Dresdener Baugesellschaft zu Dresden	gelb	25	12	6,5	300	436,2 **382** 330,4	3… 3… 3…
201	Ziegelsteine von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	gelb	29	14	9,5	406	313,6 **279** 229,6	2… 2… 2…
202	Ziegelsteine von rothem Thon mit Beimischung von gelbem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	roth	28	14	8	392	274,4 **254** 212,8	2… 2… 2…
203	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei in Suffelweyersheim bei Straßburg i. E. von Reis & Bund zu Straßburg i. E.	graugelb	25	12	6,5	300	426,9 **378** 345,2	4… 3… 2…
204	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt der Kgl. Residenzstadt Hannover	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	391,6 **321** 277,7	
205	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	11,5	7	287,5	328,8 **284** 239,8	
206	Ziegelsteine aus der Dampfziegelei der Gebrüder Fischer & Co. in Glindenberg bei Wolmirstedt. Antr.: Maurermeister L. Peters in Berlin	roth	25	12	6,5	300	413,9 **385** 348,9	423,2 **379** 334,1
207	Journ.-Nr. 6936—6941	gelb	24,5	12	6,5	294	427,5 **360** 288,8	427,5 **351** 266,0
208	Rohbausteine. Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	384,3 **305** 258,6	394,8 **292** 218,4
209	Mittelbrandsteine, desgl.	blaßroth	25	12	6,5	300	352,6 **315** 248,7	330,4 **300** 241,3
210	Hintermauerungssteine der Skånska Cement-Actie Bolaget zu Malmö	röthlichgelb	25	12	6,5	300	441,7 **381** 297,9	428,7 **369** 300,7
211	Ziegelei Bernhard Schwersenz in Inowrazlaw. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6	300	408,3 **266** 180,0	371,2 **250** 146,6

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: 21,5 + 13,5 + 19,5 + 19,1 = 73,6 g = $\frac{73,6}{1,741}$ ccm = 42,3 ccm

„ „ „ II: 27,8 + 25,5 + 38,0 + 21,0 = 112,3 g = $\frac{112,3}{1,741}$ ccm = 64,5 ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit						Wasseraufnahme		
ausgefroren			lufttrocken							
in der Luft	unter Wasser	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala gibt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
9,4	263,9				4,386	2,218	7—8	5,4	5,6	0,064
	246									
,0	233,0									
.2	337,8				4,165	2,152	8—9	4,3	4,8	0,214
	293									
7	256,1									
7	336,6				3,339	2,140	7—8	9,15	10,1	0,091
	290									
2	263,0									
0	321,1				3,201	1,586	5—6	17,8	18,8	0,387
	279									
,0	218,5									
,8	359,6				3,741	1,649	6,7	10,6	11,0	0,121
	314									
7,2	263,4									
0,1	290,1				3,315	1,738	6	16,0	16,5	0,567
	275									
2,1	232,1									
					3,965	1,982	8	7,4	8,0	0,619
					3,398	1,544	5—6	16,8	17,5	0,181
					3,493					
					3,418	1,722	6	14,0	17,5	0,236
6,6	348,5				3,646	2,005	6—7	12,5	13,7	0,068
	256									
0,0	200,0									
9,6	357,2				4,103	2,203	8—9	4,3	5,0	0,189
	326									
6,4	294,5									
					3,250					
					3,314	1,686	6	8,5	8,9	0,144
3,4	284,8				4,140	1,677	5—6	14,4	14,9	0,230
	249									
9,1	213,6									
4,2	433,2				3,634	1,869	6—7	9,8	10,7	0,344
	354									
0,8	270,8									
					3,452					

[1]) Abnutzung: für den Versuch II: $10{,}5 + 8{,}9 + 9{,}0 + 8{,}5 = 36{,}9\ g = \frac{36{,}9}{2{,}203}\ ccm = 16{,}7\ ccm.$

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luft- trocke
			cm			qcm	k
229	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Knothe in Diebesgrund bei Zwenkau. Autr.: Bauinspektor Scharenberg in Leipzig	roth	23,5	11	6,5	258,5	393, **336** 302,
230	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei von Lüttmann zu Leibitsch. Autr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	350, **252** 176,
231	Journ.-Nr. 7536—7539	roth	24,5	12	6,5	294	
232	Journ.-Nr. 7552—7557	gelbgrau	24	11	6	264	381, **340** 278,
233	Klinker; Journ.-Nr. 7558	chromgelb	25,5	12	6,5	306	436, **339** 258,
234	Hartbrandsteine; Journ.-Nr. 7559	gelblich	25	12,5	6,5	312,5	534, **376** 272,
235	Journ.-Nr. 7567	roth	25,5	12	6,5	306	425, **352** 309,
236	Journ.-Nr. 7620—7623. Autr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	24,5	12	6	294	444, **358** 247,
237 [1]	Maschinenringofenziegel eigener Fabrikation der Aachener Dampfziegelei, Jos & Jac. Goebbels zu Aachen	roth	25,5	12	6,5	306	418, **368** 327,
238	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25,5	12	6,5	306	473, **333** 249,
239	Desgl.	roth	25	12	6,5	300	373, **284** 222,
240	Desgl.	roth	25	12	6,5	300	436, **267** 185,
241 [2]	Dampfziegelei Birkwitz bei Pillnitz	gelblich	24,5	12	6,5	294	456, **393** 330,
242	Maschinen-Radial-Steine aus der Dampfziegelei von P. H. Schliekmann zu Vorhalle bei Herdecke a./Ruhr	roth	16+8/2	29,5+8.0,5	8	358	473, **376** 312,
243	Mauerziegel aus der Ziegelei in Fordon von Albert Arons in Bromberg, jetzt J. Schulz, Juliusmühle in Fordon	bräunlich-gelb	25,5	12,5	6,5	318,75	419, **301** 223,

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $23{,}9 + 39{,}9 + 21{,}9 + 25{,}2 = 110{,}9$ g $= \frac{110{,}9}{1{,}871}$ ccm $= 59{,}3$ ccm

„ „ „ II: $44{,}6 + 43{,}2 + 48{,}2 + 46{,}7 = 182{,}7$ g $= \frac{182{,}7}{1{,}871}$ ccm $= 97{,}6$ ccm.

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	
wassersatt	1002,6 kg	59,3 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	835,5 kg	49,4 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	946,9 kg	
	818,8 „	48,4 „		679,5 „	40,2 „		813,2 „	
	668,4 „	39,6 „		612,7 „	36,3 „		668,4 „	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm	lufttrocken							
in der Luft	unter Wasser	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,417					
					3,694	1,614	6—7	15,2	15,7	0,120
					wassersatt 4,022			10,2	11,0	0,021
84,0	426,2				2,286	1,313	6	22,9	24,0	0,128
31	**316**									
70,1	225,8									
					3,604					
					3,450					
					3,560					
					3,203	1,761	6—7	14,5	15,7	0,112
415,0	382,2	$l = 20$	1225,4	72,5	3,535	1,871	7	14,4	15,0	0,080
346	**347**	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**891**,2	**52**,7						
283,9	291,2		724,1	42,8						
400,4	364,0				3,472	1,542	6	18,1	18,8	0,329
297	**285**									
254,8	229,3									
334,1	274,7				3,553	1,658	5—6	13,6	14,2	0,245
257	**233**									
215,5	198,6									
330,4	261,7				3,213	1,514	5	16,9	17,5	0,431
246	**238**									
207,9	204,2									
425,6	433,2	$l = 20$	1281,1	75,8	3,293	1,748	7	15,5	16,9	0,152
375	**384**	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**1058**,3	**62**,6						
349,6	349,6		891,2	52,7						
421,2	429,0				6,206	2,115	9	4,3	4,9	0,088
369	**373**									
301,6	348,4									
366,9	349,4				4,155	1,875	6—7	6,1	6,9	0,204
282	**290**									
195,7	209,6									

[3]) **Abnutzung**: für den Versuch I: $16{,}1 + 11{,}3 + 11{,}5 + 12{,}0 = 50{,}9\ g = \frac{50{,}9}{1{,}748}\ ccm = 29{,}1\ ccm$

„ „ „ II: $9{,}4 + 11{,}2 + 8{,}8 + 12{,}8 = 42{,}2\ g = \frac{42{,}2}{1{,}748}\ ccm = 24{,}1\ ccm.$

Biegungsfestigkeit:

	P	K
wassersatt	1114,0 kg	65,9 kg/qcm
	1002,6 „	59,3 „
	835,5 „	49,4 „

	P	K
ausgefroren an der Luft	1169,7 kg	69,2 kg/qcm
	952,5 „	56,3 „
	724,1 „	42,8 „

	P	K
ausgefroren unter Wasser	1169,7 kg	69,2 kg/qcm
	963,6 „	57 „
	779,8 „	46,1 „

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocker
			cm			qcm	k
244	Journ.-Nr. 7849—7852. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12	6,5	306	345,8 **264** 169,3
245	Ursprungsangabe nicht gestattet	gelblichroth	25	12	6,5	300	441,4 **397** 330,4
246	Journ.-Nr. 7986	rothbraun	25	12	6,5	300	438,0 **396** 360,1
247	Maschinenziegel aus der Dampfziegelei von Otto Schulze in Klein-Ruhr	roth	24,5	12	6,5	294	395,2 **306** 233,7
248	Gebrannte Steine aus der Ziegelei von Wolff zu Gremboczin. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	343,4 **276** 202,3
249	Journ.-Nr. 7997—8000. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	439,6 **333** 269,3
250	Verblendziegel eigener Fabrikation von „Mercur" Stettiner Portl.-Cement- und Thonwaarenfabrik, Lentz & Steckling in Jatznick	roth	25	12	6,5	300	441,4 **353** 302,5
251	Journ.-Nr. 8115	gelb	25,5	12	6,5	306	509,6 **352** 262,1
252 [1]	Journ.-Nr. 8117—8129	gelb	25	12	6,5	300	410,2 **361** 298,8
253	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	blaßroth	25	12	6,5	300	426,9 **359** 311,8
254	Journ.-Nr. 8172—8175. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	348,9 **297** 248,7
255	Journ.-Nr. 8246—8249. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	343,4 **263** 148,5
256 [2]	Mittelbrand-Trockenpressenziegel. Journ.-Nr. 8331—8334	stumpfroth	24,5	12	6,5	294	444,6 **376** 332,5
257 [2]	Mittelbrand-Strangpressenziegel; Journ.-Nr. 8335—8347	roth	25	12	6,5	300	413,9 **378** 352,6

[1] Abnutzung: für den Versuch I: $10{,}1 + 9{,}0 + 13{,}9 + 12{,}5 = 45{,}5$ g $= \frac{45{,}5}{1{,}849}$ ccm $= 24{,}6$ ccm

„ „ „ II: $9{,}2 + 10{,}4 + 9{,}2 + 7{,}5 = 36{,}3$ g $= \frac{36{,}3}{1{,}849}$ ccm $= 19{,}6$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 363,8 kg/qcm; 320 „; 280,3 „ } plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 326,7 kg/qcm; 291 „; 226,4 „ }

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	
wasserfeucht	1058,3 kg	62,6 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	891,2 kg	52,7 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1114,0 kg	65,
	841 „	50 „		779 „	46 „		824 „	49
	724,1 „	42,8 „		668,4 „	39,6 „		668,4 „	39,

[2] Abnutzung: für den Versuch I: $33{,}2 + 32{,}5 + 26{,}5 + 35{,}3 = 127{,}5$ g $= \frac{127{,}5}{1{,}949}$ ccm $= 65{,}4$ ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit						Wasser-aufnahme		Wetter-beständig-keit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala ritzt zuerst			
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,417					
					3,694	1,614	6—7	15,2	15,7	0,120
					wassersatt 4,022			10,2	11,0	0,021
384,0	426,2				2,286	1,313	6	22,9	24,0	0,128
331	**316**									
270,1	225,8									
					3,604					
					3,450					
					3,560					
					3,203	1,761	6—7	14,5	15,7	0,112
415,0	382,2	$l = 20$	1225,4	72,5	3,535	1,871	7	14,4	15,0	0,080
346	**347**	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**891,2**	**52,7**						
283,9	291,2		724,1	42,8						
400,4	364,0				3,472	1,542	6	18,1	18,8	0,329
297	**285**									
254,8	229,3									
334,1	274,7				3,553	1,658	5—6	13,6	14,2	0,245
257	**233**									
215,5	198,6									
330,4	261,7				3,213	1,514	5	16,9	17,5	0,431
246	**238**									
207,9	204,2									
425,6	433,2	$l = 20$	1281,1	75,8	3,293	1,748	7	15,5	16,9	0,152
375	**384**	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**1058,3**	**62,6**						
349,6	349,6		891,2	52,7						
421,2	429,0				6,206	2,115	9	4,3	4,9	0,088
369	**373**									
301,6	348,4									
366,9	349,4				4,155	1,875	6—7	6,1	6,9	0,204
282	**290**									
195,7	209,6									

[2]) **Abnutzung:** für den Versuch I: $16{,}1 + 11{,}3 + 11{,}5 + 12{,}0 = 50{,}9\ g = \frac{50{,}9}{1{,}748}$ ccm $= 29{,}1$ ccm

„ „ „ II: $9{,}4 + 11{,}2 + 8{,}8 + 12{,}8 = 42{,}2\ g = \frac{42{,}2}{1{,}748}$ ccm $= 24{,}1$ ccm.

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wassersatt	1114,0 kg	65,9 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1169,7 kg	69,2 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1169,7 kg	69,2 kg/qcm
	1002,6 „	**59,3** „		**952,5** „	**56,3** „		**963,6** „	**57** „
	835,5 „	49,4 „		724,1 „	42,8 „		779,8 „	46,1 „

1.	2.	3.	4.				5.	
			Abmessungen				Dr	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luft-trocken	wa
			cm			qcm	kg/qcm	
258	Hintermauerungssteine; Journ.-Nr. 8395—8398. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	311,5 **250** 201,1	[illegible]
259	Verblendziegel; Journ.-Nr. 8399—8402. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24	11	6,5	264	348,2 **270** 223,7	[illegible]
260	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei von Wolff zu Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	378,6 **320** 204,2	[illegible]
261	Hintermauerungsvollsteine der Helmstedter Thonwerke. Antr.: Canalbau der Stadt Braunschweig zu Braunschweig	roth	24	12	6,5	288	359,7 **334** 286,2	[illegible]
262 [1]	Mittelbrandsteine aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzers F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magdeburg	dunkelroth	25	12	6,5	300	501,1 **400** 334,1	[illegible]
263	Ziegel leichteren Brandes aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzers F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magdeburg	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	297,0 **261** 237,6	[illegible]
264	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	roth	25	$\frac{12+11}{2}$	6,5	287,5	475,8 **369** 270,8	
265 [2]	Journ.-Nr. 8553—8565	gelblich-weiß	25	12	6	300	371,2 **289** 237,6	[illegible]
266	Feuerfeste Steine. Antr.: Civilingenieur Robert Dralle in Berlin	gelb	24,5	12	6,5	294	304,0 **274** 247,0	
267	Klinker; Journ.-Nr. 8685	blaßroth	25	12	6,5	300	343,4 **283** 220,3	
268	Mauersteine aus der Dampfziegelei von A. Hahn jr. zu Genthin. Antr.: Oskar Zucker in Berlin	roth	25	12	6,75	300	456,6 **387** 334,1	[illegible]
269	Hartgebrannte Mauersteine; Journ.-Nr. 8713 bis 8736	roth	24,5	11	6,5	269,50	393,3 **281** 211,1	[illegible]
270	Hintermauerungssteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Graudenz	blaßroth	25	12	6,5	300	334,1 **253** 187,5	[illegible]
271	[illegible] Ursprung. Antr.: [illegible]	dunkelroth	25	12	6,5	300	[illegible] **312** 241,8	[illegible]

[1] [illegible]

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luft-trocken	wasser-satt
			cm			qcm	kg/qcm	
258	Hintermauerungssteine; Journ.-Nr. 8395—8398. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	311,5 **250** 201,1	306,2 **227** 179,8
259	Verblendziegel; Journ.-Nr. 8399—8402. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24	11	6,5	264	348,2 **270** 223,7	293,3 **237** 168,7
260	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei von Wolff zu Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	378,6 **320** 204,2	367,5 **306** 265,6
261	Hintermauerungsvollsteine der Helmstedter Thonwerke. Antr.: Canalbau der Stadt Braunschweig zu Braunschweig	roth	24	12	6,5	288	359,7 **334** 286,2	386,8 **321** 247,6
262 [1]	Mittelbrandsteine aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzers F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magdeburg	dunkelroth	25	12	6,5	300	501,1 **400** 334,1	423,2 **372** 337,8
263	Ziegel leichteren Brandes aus dem Ziegeleibetriebe des Gutsbesitzers F. R. Schaeper zu Blumenthal II bei Burg, Bez. Magdeburg	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	297,0 **261** 237,6	349,4 **257** 227,1
264	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	roth	25	$\frac{12+11}{2}$	6,5	287,5	475,8 **369** 270,8	
265 [2]	Journ.-Nr. 8553—8565	gelblich-weiß	25	12	6	300	371,2 **289** 237,6	315,5 **275** 222,0
266	Feuerfeste Steine. Antr.: Civilingenieur Robert Dralle in Berlin	gelb	24,5	12	6,5	294	304,0 **274** 247,0	
267	Klinker; Journ.-Nr. 8685	blaßroth	25	12	6,5	300	343,4 **283** 220,9	
268	Mauersteine aus der Dampfziegelei von A. Hahn jr. zu Genthin. Antr.: Oskar Zucker in Berlin	roth	25	12	6,75	300	456,6 **387** 334,1	441,4 **384** 334,1
269	Hartgebrannte Mauersteine; Journ.-Nr. 8713 bis 8716	roth	24,5	11	6,5	269,50	393,3 **281** 211,1	372,6 **277** 178,0
270	Hintermauerungssteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Graudenz	blaßroth	25	12	6,5	300	334,1 **253** 187,5	271,0 **239** 185,6
271	Paramentziegel ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation zu Graudenz	dunkelroth	25	12	6,5	300	356,4 **312** 241,3	348,9 **307** 246,9

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $19{,}3 + 18{,}2 + 17{,}9 + 15{,}5 = 70{,}9$ g $= \frac{70{,}9}{1{,}934}$ ccm $= 36{,}7$ ccm

„ „ „ II: $22{,}5 + 27{,}7 + 19{,}8 + 25{,}9 = 95{,}9$ g $= \frac{95{,}9}{1{,}934}$ ccm $= 49{,}6$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 374,9 kg/qcm; 338 „; 315,5 „ }

plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 334,1 kg/qcm; 314 „; 289,5 „ }

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
wassersatt	1587,4 kg	93,9 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1559,6 kg	92,3 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1476,0 kg	87,3 kg/qcm
	1361,9 „	81 „		1336,8 „	79 „		1280,4 „	76 „
	1058,3 „	62,6 „		1114,0 „	65,9 „		1002,6 „	59,3 „

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit						Wasser-aufnahme		Wetter-beständigkeit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala ritzt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$						
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,489	1,696	6	18,3	18,9	0,288
					3,131	1,689	6	16,5	17,3	0,140
					3,510	1,781	6	13,7	14,5	0,224
386,8	367,5				3,958	2,206	7	6,0	6,3	0,048
322	**315**									
251,4	232,1									
445,4	412,0	l = 20	1643,1	97,2	3,527	1,934	6	10,0	10,5	0,032
359	**355**	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	**1414,8**	**84**						
297,0	297,0		1114,0	65,9						
					3,535	1,819	5	12,6	13,1	0,044
					3,672					
1,5	315,5	l = 20	1671,0	116,0	3,085	1,712	5	21,9	22,9	1,224
9	**268**	$W = \frac{12 \cdot 6^2}{6} = 72$	**1181**	**82**						
0,1	241,3		835,5	58,1						
					3,309					
					3,589					
8,3	519,7				3,692	1,808	7	9,8	10,5	0,072
2	**380**									
0,4	315,5									
					3,400	2,000	8	6,1	7,1	0,633
					3,573			15,1	15,8	
					3,652			9,7	10,4	

[2]) **Abnutzung:** für den Versuch I: $12{,}3 + 9{,}3 + 10{,}0 + 11{,}5 = 43{,}1\ g = \frac{43{,}1}{1{,}712}$ ccm = 25,2 ccm

„ „ „ II: $11{,}3 + 9{,}1 + 7{,}9 + 9{,}8 = 38{,}1\ g = \frac{38{,}1}{1{,}712}$ ccm = 22,3 ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 297,0 kg/qcm, **254** „, 222,0 „ }

plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 371,2 kg/qcm, **237** „, 148,5 „ }

Biegungsfestigkeit:

	P	K		P	K		P	K
...sserfatt	1615,3 kg	112,2 kg/qcm	ausgefroren an der Luft	1615,3 kg	112,2 kg/qcm	ausgefroren unter Wasser	1503,9 kg	104,4 kg/qcm
	1097 „	**76** „		**1036** „	**72** „		**1008** „	**70** „
	779,8 „	54,2 „		779,8 „	54,2 „		724,1 „	50,3 „

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen					Druck-
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
272	Hintermauerungssteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Königl. Fortifikation zu Graudenz	blaßroth	25	12,5	6,5	312,50	320,4 **277** 249,2	341,8 **270** 178,8
273	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Amtsstelle für die Kanalisation zu Hannover		25	12	6,5	300	438,0 **341** 259,8	408,3 **340** 278,4
274	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Amtsstelle für die Kanalisation zu Hannover		25	12	6,5	300	393,5 **331** 285,8	371,2 **332** 308,1
275	Ziegelsteine; desgl.		25	12	6,5	300	252,6 **310** 245,0	389,8 **308** 259,8
276	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	blaßroth	24,5	$\frac{11,5+10,5}{2}$	6,5	269,50	472 **400** 340	
277	Verblendsteine aus der Dampfziegelei von Gebr. Hell zu Kurzenmoor	roth	22	10,5	6	231	432,0 **340** 280,0	388,8 **333** 268,8
278	Hintermauerungssteine, mit Braunkohlen gebr., aus dem Ziegelwerk Goertscheid bei Bohwinkel der Firma Rafflenbeul & Co. zu Bohwinkel	dunkelroth	25	12	6,5	300	389,8 **273** 111,4	322,9 **234** 148,5
279	Mauerziegel ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt (Abtheilung I) zu Hannover	röthlich	25	12	6,5	300	363,8 **324** 267,3	
280	Mauersteine. Antr.: Portland-Cementfabrik und Ziegelei Actien-Gesellschaft „Pahlhude" zu Pahlhude	gelb	24	12	5,5	288	386,8 **313** 232,1	
281	Mauersteine; desgl.	gelb	24	12	5,5	288	516,4 **399** 295,9	
282	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24	$\frac{12+10}{2}$	11,5	264	384,0 **274** 175,1	
283	Verblendsteine; Journ.-Nr. 8923—8928	roth	25	12,5	6,5	312,50	469,9 **359** 284,8	462,8 **357** 267,0
284	Normalklinker; Journ.-Nr. 8943	blaßroth	25,5	12,5	6,5	318,75	489,2 **389** 318,0	
285	Journ.-Nr. 8944—8949	blaßroth	25	12,5	6,5	312,50	352,6 **306** 252,4	337,8 **295** 237,6
286	Mauersteine aus der Ziegelei der Ziegelei-Genossenschaft Osterholz e. G. zu Osterholz (Kreis Syke)	roth	25	12	6,5	300	423,2 **300** 233,9	441,7 **299** 233,9
287	Feldbrandbacksteine von Veitrodt. Antr.: Großherzoglich Oldenburgisches Bauamt zu Birkenfeld	braunroth	24,5	12	6	294	323,3 **268** 190,0	342,0 **256** 193,8
288	Hintermauerungssteine; Journ.-Nr. 9058	blaßroth	25,5	12,5	6,5	318,75	461,2 **358** 279,5	
289	Hartbrandziegel; Journ.-Nr. 9060	roth	25	12,5	6,5	312,50	356,0 **298** 245,6	

	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
	keit	Biegungsfestigkeit						Wasser-aufnahme		Wetter-beständig-keit, lösliche Salze
	gefroren	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala ritzt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
er	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$						
g/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,630			16,9	17,4	
4	412,0				3,864	2,068	7	5,4	6,3	0,448
	306									
0	215,3									
6	363,8				3,314	1,649	5	12,6	14,0	0,982
	315									
3	267,3									
5	334,1				3,249	1,639	5	19,3	20,4	0,810
	294									
1	259,8									
					3,468					
6	360,0				2,344	1,778	5	12,1	13,1	0,068
	317									
0	247,2									
7	315,5				3,457	1,861	6	10,4	11,3	0,064
	222									
6	148,5									
					3,454					
					2,613					
					2,622					
					5,952					
9	498,4				3,457	1,653	5	18,2	18,7	0,232
	347									
7	313,3									
					3,947					
9	345,2				3,360	1,709	6	15,4	16,1	0,224
	288									
0	237,6									
1	371,4				3,677	1,949	6	8,9	9,4	0,072
	293									
3	245,0									
9	294,5				3,165	1,936	6	11,5	12,9	0,040
	254									
0	218,5									
					3,897					
					3,529					

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Dru	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wasse satt
			cm			qcm	kg/qcm	
290	Journ.-Nr. 9169	blaßroth	26	12,5	7	325	329,1 299 257,1	
291	Journ.-Nr. 9170	blaßroth	26	12,5	7	325	308,5 266 240,0	
292	Hintermauerungssteine; Journ.-Nr. 9171—9173	gelb	24,5	12,5	6,5	306,25	349,4 273 200,2	
293 [1]	Radialsteine; Journ.-Nr. 9174—9181	braunroth	Radialsteine			250,8	437,1 379 289,9	423, 358 296,
294	Formsteine aus den Ziegelwerken von Henkel & Co. zu Wansleben	bräunlich	Keilsteine			257	457,2 385 296,8	
295	Mauersteine, Klasse II, aus der Ziegelei des Kgl. Kammerherrn und Rittergutsbesitzers Max von dem Borne auf Berneuchen	gelblichroth	25,5	12	6,5	306	298,5 256 209,3	293,0 251 203,8
296	Journ.-Nr. 9226—9231	dunkelgelb	25	12	6	300	445,4 382 300,7	412,0 376 297,0
297 [1]	Journ.-Nr. 9232—9233	gelb	25,5	12,5	6,5	318,75		
298	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Ernst Lindner zu Apolda	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	461,2 346 283,0	454,2 341 283,0
299	Journ.-Nr. 9260—9263	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	336,6 282 217,8	308,9 269 235,6
300	Formsteine Z. 266 ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Baurath Orth in Berlin	Lederfarbe	Formsteine			362	316,0 306 279,0	
301	Formsteine Z. 267 ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Baurath Orth in Berlin	Lederfarbe	Formsteine			309	374,4 364 342,0	
302	Klinker aus Bitterfeld. Antr.: Kgl. Baurath Orth in Berlin	gelblich	25	12,5	6,5	312,50	359,6 327 284,8	
303	Journ.-Nr. 9321—9326	roth	25	12	6,5	300	307,3 272 194,1	366, 268 215
304	Verblendsteine; Journ.-Nr. 9352—9357	weißlich-gelb	25,5	12,5	6,5	318,75	436,8 328 209,6	405 301 221
305	Scharfgebrannte Mauersteine; Journ.-Nr. 9397 bis 9402	braunroth	24	11,5	6	276	403,6 338 242,2	38 32 24

[1] Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 390,3 kg/qcm; 352 „; 312,2 „ }

plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 425,9 kg/qcm; 341 „; 260,9 „ }

.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
gkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala richt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
sgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
ıer it	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					4,220					
					3,785					
					2,904			24,6	25,4	0,508
,7	446,0				5,346	2,141	8	7,8	8,1	0,028
	362									
,9	289,9									
					3,108					
,0	282,1				3,272	1,709	4	17,0	17,4	0,068
	235									
,8	183,8									
,1	412,0				3,845	1,896	6	8,6	8,8	0,088
	351									
,7	297,0									
					3,774					
,2	384,3				3,917	1,713	6	15,1	15,9	0,188
	327									
,0	279,5									
					3,296	1,917	6	13,0	13,4	0,180
					5,190					
					4,304					
					4,114					
,5	266,0				3,722	1,783	6	10,3	10,8	0,200
	247									
,4	219,2									
,4[1])	366,9[2])				3,460	1,607		20,6	21,9	0,208
	278									
,1	216,6									
,4	395,5				3,220	1,993	6	10,0	10,5	0,108
	319									
,4	282,5									

[1]) Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 382,3 kg/qcm; 323 „; 269,1 „ } plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 371,2 kg/qcm; 320 „; 278,4 „ }

[2]) Die in Spalte 7 und 8 angegebenen Zahlen sind Werthe für Ziegel, welche 12 Stunden unter Wasser gelegen haben hierauf drei Mal je 25 Stunden bei einer Temperatur von — 12° C. bis — 15° C. dem Frost an der Luft resp. dem Frost r Wasser ausgesetzt waren.

1. Laufende Nr.	2. Fabrikationsort resp. Ziegelei	3. Farbe	4. Abmessungen: Länge (cm)	Breite (cm)	Höhe (cm)	gedrückte Fläche (qcm)	5. Druck: lufttrocken (kg/qcm)	6. Druck: wassersatt (kg/qcm)
306	1/4 Länter Verblendsteine aus der Verblendstein-Fabrik vom Dampfziegeleibesitzer Gustav Wiel in Oberdollendorf a. Rh.	dunkelroth	11	6,5	6	71,5	390,5 **387** 291,1	369,2 **324** 284,0
							c) Mit einer Druckfestigkeit	
307	Feldbrandsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	braunroth	25	11,5	6,5	287,5	197,3 **167,5** 156,7	
308	Journ.-Nr. 4549—4552	roth	24	11,5	6	276	252,3 **227** 213,9	224,0 **206** 181,6
309	Journ.-Nr. 4560	grau	25	12	6,6	300	258,0 **224** 200,5	
310	Journ.-Nr. 4594	roth	25	12	6,5	300	167,0 **154** 135,5	
311 [1]	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: H. Waltermann in Münster	roth	25	12	6,5	300	215,3 **156** 128,1	222,0 **148** 100,2
312	Journ.-Nr. 4694	roth	25	12	6,5	300	189,3 **158** 131,8	
313	Handstrich-Mauersteine aus der Ziegelei von Jurgen Tams in Haddeby bei Schleswig	gelb	24,5	12,5	6,5	306,25	236,6 **202** 167,4	220, **187** 164
314	Journ.-Nr. 4852	grau	25	12	10	300	65,0 **52** 42,7	
315	Journ.-Nr. 4853	grau	25	12	10	300	44,5 **38** 31,6	
316	Journ.-Nr. 4854	grau	25	12	10	300	31,6 **27** 24,1	
317	Journ.-Nr. 4910	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	267,3 **223** 198,0	
318	Journ.-Nr. 4931	dunkelroth	24	11,5	6	276	280,5 **231** 189,7	
319	Journ.-Nr. 4932	roth	24	11,5	6	276	252,3 **209** 177,6	
320	Journ.-Nr. 4933	roth	24,5	12	6,5	294	248,9 **206** 159,6	
321	Journ.-Nr. 4940. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	26	12,5	6,5	325	242,8 **200** 164,5	

[1]) Biegungsfestigkeit:

	P	K
wassersatt	779,8 kg	46,1 kg/qcm
	690,7 „	40,9 „
	612,7 „	36,3 „

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
igkeit		Biegungsfestigkeit								
isgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
der ft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
ine.										
0,8	369,2				0,892	2,071	8—9	3,6	4,5	0,194
2	317									
9,8	284,0									
ter 250 kg. 4/4 (ganze) Steine.										
					3,402					
					2,861	1,629	5	17,3	18,6	0,298
					3,984					
					3,650					
5	163,3	$l = 20$	845,6	50,0	3,720	1,773	5—6	9,3	9,8	
	141	$W = \frac{12 \cdot 6{,}5^2}{6} = 84{,}5$	715	42,3						
5	115,1		557,0	33,0						
					3,550					
3	207,5				3,288	1,551	4—5	21,2	22,4	
	182									
2	154,7									
					3,670					
					3,505					
					2,921					
					3,917					
					3,527					
					3,585					
					3,610					
					3,932					

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersa
			cm			qcm	kg/qcm	
322	Ziegelsteine dritter Sorte aus der Ziegelei von Otto Schulze in Kl.-Ruhr, Kreis Wehlau	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	277,8 **237** 153,7	
323	Hartbrandziegel; Journ.-Nr. 4992. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	248,1 **209** 179,9	
324	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	25	12,5	6,5	312,5	215,4 **199** 174,4	
325	Hintermauerungsziegel; Journ.-Nr. 5007	gelbgrau	25,5	12,5	6	318,75	209,6 **136** 66,4	
326	Journ.-Nr. 5023	roth	24,5	11,5	7	281,75	259,8 **179** 136,6	
327	Journ.-Nr. 5024. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12	6,5	306	294,8 **230** 200,2	
328	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: W. Löffler in Berlin N.W., Gerhardtstraße 16	graugelb	24,5	11	6	269,5	293,9 **168** 95,2	
329	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24	11,5	6,5	276	226,0 **202** 179,6	
330	Journ.-Nr. 5235	blaßroth	24,5	11,5	6,3	281,75	223,7 **170** 132,1	
331	Journ.-Nr. 5254—5257. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12,5	6,7	318,75	248,1 **222** 190,4	
332	Journ.-Nr. 5258	roth	25	12	6,5	300	289,5 **208** 172,6	
333	Mauersteine; Fabrikation der Portland-Cementfabrik und Ziegelei Actien-Gesellschaft Pahlhude zu Pahlhude	gelb	23	11	6,5	253	194,0 **176** 156,1	
334	Feldbrandsteine aus der Fabrik von J. Wahl in Metternich. Antr.: Kgl. Fortifikation in Coblenz		24,5	12	6,5	294	248,9 **181** 140,6	
335	Feldbrandsteine aus der Fabrik von M. Mostert in Niederberg. Antr.: Kgl. Fortifikation in Coblenz		25	12	6,5	300	263,6 **200** 133,6	
336	Hartgebrannte Vollziegel aus der Ziegelei von Dr. von Olfers auf Methgethen	roth	25	12	6,5	300	271,0 **249** 209,7	
337	Feldbrandsteine aus der Brennerei von Jacob Martin in Sobernheim	bräunlich	25	12	6	300	248,5 **195** 158,0	
338	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Bau-Deputation in Hamburg	roth	21	10	5	210	166,4 **116** 85,6	
339	Ursprungsangabe nicht gestattet		25	12	7	300	297,0 **224** 181	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren			lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala gibt zuerst	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,865					
					3,928					
					3,725					
					2,810					
					3,560					
					4,030					
					2,622					
					3,442					
					3,220					
					4,128	1,841	5	11,0	11,6	
					3,836					
					2,200					
					2,950	1,777	5	14,7	16,2	0,359
					3,259	1,609	5	15,2	16,9	0,591
					3,478					
					3,194	1,925	5	18,5	19,0	0,437
					1,678					
					3,701					

1.	2.	3.	4.				5.	
			Abmessungen				Dr	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	w
			cm			qcm	kg/qcm	
340	Ursprungsangabe nicht gestattet		25	12	7	300	280,3 **235** 187,5	
341	Desgl.		25	12	6,5	300	263,6 **244** 204,2	
342	Desgl.	roth	25	12	6,5	300	213,4 **175** 128,8	
343	Journ.-Nr. 5436	roth	25	12	6,5	300	193,0 **162** 120,6	
344	Ziegelsteine aus der Ringofen-Ziegelei von Gebr. Peters in Metternich bei Coblenz	roth	25	12	6,5	300	315,5 **238** 185,6	
345	Ursprungsangabe nicht gestattet	röthlichgelb	25	12	6,5	300	311,8 **231** 170,8	3 2 1
346	Desgl.	roth	24,5	12	6,5	294	256,5 **228** 171,0	
347	Ziegelsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Gebr. Schröder in Gommern	blaßroth	24,5	12	6	294	342,0 **280** 209,0	
348	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24	11,5	6,5	276	278,5 **235** 222,0	
349	Journ.-Nr. 5683	blaßroth	29	14	8	406	169,4 **158** 147,0	
350	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	26	13	6	338	120,0 **83** 51,4	
351	Journ.-Nr. 5796—5799. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	25	12	6	300	389,8 **184** 111,2	3 1 1
352	Journ.-Nr. 5802—5805. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	199,5 **165** 136,8	2 1 1
353	Chamottesteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	röthlichgelb	25,5	12	6,5	306	254,8 **221** 172,9	
354	Ziegel aus der Ziegelei von Glienke-Schwerin. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	hellgelb	25	12	6	300	220,6 **158** 122,5	2 1 1
355	Hintermauerungssteine II. Klasse aus der Ziegelei von Döhling zu Neudorf bei Dt. Eylau. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	26	12,5	7	325	308,5 **201** 137,1	
356	Journ.-Nr. 5975. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	26	12,5	6,5	325	231,4 **188** 138,8	
357	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	342,0 **248** 19	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit						Wasseraufnahme		
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala rigt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$						
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,730					
					3,534					
					3,332					
					3,806					
					3,162					
250,6	259,8				3,267	1,642	4	17,8	18,6	0,757
22	225									
204,2	202,3									
					3,652					
					3,293					
					3,570					
					5,515					
					3,397					
					3,120	1,649	5	15,7	16,5	0,282
					3,573	1,787	4	11,1	11,7	0,144
					3,642					
					3,202	1,532	4—5	23,7	25,0	0,411
					4,085					
					4,190					
					3,791	1,916	6—7	9,6	10,1	0,014

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
358	Journ.-Nr. 6250—6255	röthlichgelb	25	12	6,5	300	245,0 **199** 185,6	224,6 **193** 146,6
359	Journ.-Nr. 6262—6267	hellroth	25	12,5	6	312,5	231,4 **197** 160,2	267,0 **186** 142,4
360	Journ.-Nr. 6274—6279	weißlich-gelb	25	12	6	300	269,1 **207** 167,0	222,0 **184** 148,5
361	Journ.-Nr. 6286—6291	weißlich-gelb	25	12	6,5	300	218,4 **202** 178,2	214,9 **195** 174,7
362	Journ.-Nr. 6298—6303	roth	25	11,5	6	287,5	236,0 **199** 160,5	255,3 **202** 156,7
363	Journ.-Nr. 6343	roth	29,5	14	7	413	266,0 **241** 224,0	
364	Verblendsteine aus der Ziegelei von Glienke-Mittenwalde. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	12	6,5	294	275,5 **224** 190,0	250,8 **214** 184,3
365	Hintermauerungssteine aus der Ziegelei von Rudolf Schwartz & Co. in Pritzerbe	gelb	24,5	11,5	6	281,75	261,4 **213** 158,4	258,4 **210** 160,4
366	Journ.-Nr. 6439	roth	25	12	6,5	300	358,2 **237** 146,6	
367	Hintermauerungsziegel; Journ.-Nr. 6490	roth	25	12	7	300	213,4 **195** 154,1	
368	Desgl.; Journ.-Nr. 6491	roth	24,5	12	6,5	294	269,8 **237** 212,8	
369	Desgl.; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24	11	6	264	143,5 **91** 61,2	
370	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Reimann-Neuenburg. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	245,0 **216** 176,3	241,3 **209** 176,3
371 [1]	Hartbrandsteine aus der Steinfurther Dampfziegelei von M. Ziegra in Berlin	gelb	25	12	6,5	300	315,5 **236** 181,9	230,1 **204** 174,5
372	Hintermauerungssteine; desgl.	gelb	24,5	12	6,5	294	267,9 **208** 163,4	212,8 **192** 169,1
373	Ziegelsteine aus der Ziegelei von John A. Brauer auf Dominium Picskow bei Pfaffendorf, Reg.-Bez. Potsdam	roth	23,5	12	6,5	282	237,6 **184** 128,7	
374	Journ.-Nr. 6629	grauweiß	24,5	11	6	269,5	165,6 **160** 155,3	

[1]) Abnutzung: für den Versuch 1: 43,4 + 52,1 + 21,1 + 27,6 = 144,2 g = $\frac{144,2}{1,713}$ ccm = 84,2 ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Druckfestigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
196,7	204,2				2,981	1,488	5	25,6	27,3	0,691
179	**193**									
148,5	178,2									
222,5	227,8				3,551	1,502	5	12,6	14,0	1,133
170	**177**									
142,4	153,1									
206,0	181,9				3,155	1,448	4—5	23,3	24,4	0,809
179	**164**									
148,5	148,5									
200,9	213,1				3,201	1,522	4	26,7	27,5	0,461
186	**189**									
169,5	160,7									
205,0	203,1				2,490	1,544	5—6	16,76	17,60	0,362
162	**168**									
145,1	150,8									
					5,036					
					3,678	1,744	5—6	15,94	16,50	0,150
237,6	227,7				2,706	1,633	5—6	19,37	20,5	0,248
194	**204**									
142,6	158,4									
					3,730					
					3,808					
					3,594					
					2,322					
250,6	215,3				3,642	1,739	5—6	12,8	16,1	0,442
200	**208**									
157,8	200,5									
224,6	239,4				2,905	1,713	5—6	16,7	17,5	0,434
168	**154**									
148,5	111,4									
207,1	193,8				2,786	1,468	5	25,1	26,1	0,466
179	**170**									
133,0	148,2									
					3,010					
					2,605					

*) Abnutzung: für den Versuch II: $48{,}9 + 53{,}5 + 22{,}6 + 35{,}3 = 160{,}3\ g = \frac{160{,}3}{1{,}713}\ ccm = 93{,}6\ ccm$.

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
375	Ziegelsteine von der Baugesellschaft Houtermanns & Walter zu Thorn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25,5	12,5	6,5	318,75	363,4 **245** 171,2	363,4 **235** 166,0
376	Ziegelsteine aus der Ziegelei von Reimann in Neuenburg. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25,5	12	6,5	306	331,2 **247** 167,4	324,0 **235** 154,7
377	Ziegel aus der Ziegelei von Rose in Charlottenhof bei Liebemühl in Ostpr. Antr.: Rendant Schulz zu Döhlau, Ostpr.	dunkelroth	25	12	6,5	300	232,0 **209** 174,5	
378	Desgl	roth	25	12	6,5	300	285,8 **242** 215,3	
379	II. Ziegelsteine von rothem Thon aus der Ziegelei von Th. Ancker in Kappeln a. d. Schlei	roth	28,5	14	7,5	399	277,2 **228** 187,6	271,6 **212** 190,4
380	Vollziegel aus der Ziegelei von Lüttmann in Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	267,0 **235** 195,8	272,3 **207** 163,8
381	Ziegel von Bernhard Schwersenz in Inowrazlaw. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25,5	12,5	6	318,75	262,1 **208** 160,7	227,1 **205** 164,2
382	Vollziegel ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kreis-Ausschuß des Kreises Greiffenberg i. P.	roth	25,5	12	6	306	231,1 **188** 152,9	
383	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt der Kgl. Residenzstadt Hannover	roth	25	12	6,5	300	176,3 **126** 89,1	
384	Mauersteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Stadt-Bau-Amt der Kgl. Residenzstadt Hannover	weiß	25	12	6,5	300	187,5 **140** 78,0	
385	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	24,5	11,5	6	281,75	322,6 **245** 178,2	297,0 **240** 178,2
386	Journ.-Nr. 6977—6980. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25,5	12,5	6,5	318,75	349,4 **246** 131,0	340,7 **219** 122,3
387	Backsteine ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Sielbau-Büreau der Stadt Elberfeld	braunroth	25,5	12	7	306	245,7 **188** 154,7	209,3 **182** 162,0
388	Ziegel aus der Ziegelei in Gremboczyn von Georg Wolff in Thorn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	Gewölbeziegel			300	200,5 **176** 152,2	
389	Feldbrandziegel, hergestellt von der Gemeindevertretung Gnadenfeld. Antr.: Kgl. Kreis-Bauinspektor Seligmann in Cosel	bräunlich	25	12,5	7	312,5	144,2 **101** 73,0	
390	Desgl.	bräunlich	25,5	12,5	6,5	318,75	340,7 **197** 96,1	
391	Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	24	12	6	288	270,8 **215** 174,1	**288,2** **216** **145,1**
392	Journ.-Nr. 7371—7374. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	24,5	11,5	6	281,75	**356,4** **249** **180,2**	**316,2** **245** **19**

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala zuerst ritzt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken					in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$						
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					4,269	1,922	6	12,9	13,1	0,108
					3,584	1,719	6	15,8	16,5	0,493
					3,762					
					3,614					
238,0	240,8				5,345	1,834	6	9,9	10,6	0,128
209	**190**									
182,0	162,4									
					3,775	1,709	6	15,6	16,0	0,399
					3,281	1,723	6	18,5	19,0	0,658
					3,318					
					3,453					
					2,643					
					3,175	1,745	6—7	14,7	15,5	0,128
					3,450	1,702	5—6	17,0	17,7	0,285
183,8	211,1				4,261	2,089	9	6,8	7,5	0,120
163	**180**									
145,6	152,9									
					3,851					
					3,451					
					3,548					
		$l = 20$ $W = \frac{12,5 \cdot (6,5)^2}{6} = 88$	891,9	50,7						
			529	**30**						
			278,5	15,8						
					3,187	1,650	6	17,9	18,5	0,381
					3,357	1,728	7	14,6	15,2	0,253

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
393	Ziegelsteine aus der Ziegelei von John A. Brauer auf Dominium Pieskow bei Pfaffendorf, Reg.-Bez. Potsdam	roth	24	11,5	6,5	276	298,7 **227** 181,6	
394	Journ.-Nr. 7985	rothbraun	25,5	12,5	6,5	318,75	293,5 **242** 174,7	
395	Rheinische Feldbrandziegel I. Antr.: Kayser & von Großheim in Berlin	gelblich	25	12	6,5	300	129,9 **105** 90,9	
396	Rheinische Feldbrandziegel II. Antr.: Kayser & von Großheim in Berlin	stumpfviolett	24,5	11,5	6	281,75	275,2 **187** 142,6	
397	Rheinische Feldbrandziegel. Antr.: Kayser & von Großheim in Berlin	unrein stumpfviolett	24,5	11,5	6,5	281,75	237,6 **215** 188,1	
398	Steine von der Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte zu Unterwellenborn in Thür.	grau	25	12	6,5	300	148,5 **128** 103,9	
399	Journ.-Nr. 8146	gelb	24,5	11,5	6	281,75	154,4 **110** 95,0	
400	Journ.-Nr. 8197	gelb	24,5	11,5	6	281,75	128,7 **91** 57,4	
401 [1]	Journ.-Nr. 8219—8225	roth	22,5	10,5	6	236,25	241,6 **206** 144,0	232, **201** 165,
402	Paramentziegel; Journ.-Nr. 8242—8245. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	24,5	11,5	6,5	281,75	239,6 **195** 138,6	239, **180** 138,
403	Steine, hergestellt aus der von der Bauverwaltung zu Brunsbüttel überwiesen erhaltenen Ziegelerde von K. Festge, Dampfziegelei des Nord-Ostsee-Kanals zu Brunsbüttelhafen	roth	25	12	6,5	300	334,1 **226** 170,8	267, **220** 159,
404	Journ.-Nr. 8587—8592	roth	25	12	7	300	204,2 **140** 90,9	237, **128** 72,
405	Keilsteine; Journ.-Nr. 8709	röthlichgelb	24	$\frac{11,5+9}{2}$	11,5	246	184,0 **118** 69,0	
406	Desgl.; Journ.-Nr. 8710	röthlichgelb	24,5	11,5	$\frac{9+6,5}{2}$	80,50	160,0 **109** 70,5	
407	Journ.-Nr. 8711	blaßroth	24,5	11,5	6	281,75	277,2 **202** 154,4	
408	Journ.-Nr. 8717—8720	blaßroth	24,5	11,5	6,5	281,75	346,5 **236** 178,2	265, **227** 182,

[1] Abnutzung: für den Versuch I: 53,7 + 57,5 + 34,3 + 76,9 = 222,4 g = $\frac{222,4}{1,794}$ ccm = 124,0 ccm.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					2,932					
					3,860					
					2,927					
					3,180					
					3,157					
					3,650					
					2,685					
					2,587					
222,4 199 181,6	208,0 192 170,0				2,732	1,794	6	11,2	11,7	0,176
					3,129	1,648	5	18,0	18,4	0,153
315,5 218 174,5	278,4 212 170,8				3,310	1,558	5	16,4	17,0	0,208
152,2 117 83,5	187,5 114 83,5				3,965	1,930	4	12,2	12,6	0,084
					4,589					
					3,584					
					2,718					
					3,365	1,863	5	8,5	8,9	0,228

[1]) Abnutzung: für den Versuch II: 42,6 + 82,1 + 87,9 + 97,3 = 309,9 g = $\frac{309}{1,794}$ ccm = 172,7 ccm.

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
409	Mauersteine aus der Dampfziegelei Innien (Inh. Rud. Domine) zu Innien	roth	25	12	6,5	300	233,6 **209** 165,3	237,2 **207** 165,3
410	Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	24,5	12	6,5	294	289,8 **183** 143,1	
411	Journ.-Nr. 8838	roth	24	11	6,5	264	321,1 **215** 126,2	
412 [1]	Mittelbrandziegel. Ursprungsangabe nicht gestattet	weiß	25	12	6,5	300	167,0 **145** 122,5	170,8 **123** 94,7
413	Mauersteine. Autr.: Portland-Cementfabrik und Ziegelei Aktien-Gesellschaft „Pahlhude" zu Pahlhude	gelb	24	12	5,5	288	290,1 **245** 197,3	
414	Ursprungsangabe nicht gestattet		25	12,5	6,5	312,50		251,0 **188** 106,8
415	Desgl.		25	12,5	6,5	312,50		124,6 **103** 53,4
416	Journ.-Nr. 8931	röthlichgelb	24	12	6	288	188,7 **189** 96,7	
417	Hintermauerungssteine ohne Angabe über den Ursprung. Autr.: Schultheiß' Brauerei Actien-Gesellschaft zu Berlin	roth	21	$\frac{15,5+13}{2}$	9	299,25	187,5 **164** 146,6	
418	Desgl.	roth	15	$\frac{15,5+13}{2}$	9	213,75	182,0 **130** 62,4	
419	Hintermauerungssteine aus der Dampfziegelei Groß-Lichterfelde des Lichterfelder Bauvereins, Actien-Gesellschaft zu Groß-Lichterfelde	gelblich	26	12,5	6,5	325	315,2 **235** 192,4	348,4 **246** 164,2
							I. β.	**Poröse**
420	Journ.-Nr. 7892	röthlichgelb	25	12	6,5	300	167,0 **148** 139,2	
421	Poröse Vollsteine der Greppiner Werke. Antr.: Kgl. Bauverwaltung für den Neubau der naturhistorischen Museen in Berlin	gelb	25	12	6,5	300	111,4 **94** 78,0	
422	Desgl.	gelb	25	12	6,5			
423	Ursprungsangabe nicht gestattet	gelb	25	12,5	6,5	312,5	124,6 **106** 75,9	

[1]) Abnutzung: für den Versuch I: $26,6 + 20,9 + 10,3 + 11,7 = 69,5\ g = \frac{69,5}{1,462}$ ccm $= 47,5$ ccm

„ „ „ II: $15,5 + 12,2 + 12,4 + 12,0 = 52,1\ g = \frac{52,1}{1,462}$ ccm $= 35,6$ ccm.

Druckfestigkeit nach der Beanspruchung durch Feuer:

langsam an der Luft abgekühlt { 148,5 kg/qcm, 113 „, 96,5 „ } plötzlich durch Einsenkung in Wasser abgekühlt { 129,9 kg/qcm, 100 „, 72,4 „ }

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druc[redacted]	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wasse[redacted] satt
			cm			qcm	kg/qcm	
424	Poröse Ziegelsteine aus der Fabrik von Carl Große zu Coswig (Anhalt)	dunkelgelb	24,5	11	6	269,5	380,9 **265** 176,0	
425	Poröse Handstrichsteine aus der Thonwaaren-Fabrik zu Blankenberg		24,5	12	6,5	294	98,8 **67** 53,2	
	II. a. Hoh[redacted]							
	a) Mit Langlöchern[redacted]							
426	Hohlziegel mit zwei Langlöchern; Ursprungsangabe nicht gestattet	röthlichgelb	24	12	6,5	288	216,6 **180** 145,1	
427	Hohlbacksteine mit zwei quadratischen 31 mm Langlöchern; desgl.	dunkelroth	24,5	11,5	6,3	281,75	85,1 **78** 59,4	
428	Hohlziegel mit zwei viereckigen Längslöchern (2 × 2 cm); desgl.	blaßroth	24	12	6,5	288	232,1 **200** 166,3	
429	Hohlziegel mit zwei runden Längslöchern (d = 1,8 cm); desgl.	blaßroth	24	12	6,5	288	203,1 **179** 160,5	
430	Hohlziegel mit zwei quadratischen Längslöchern (2 × 2 cm); Journ.-Nr. 4539	gelb	24,5	11,5	6	281,75	247,5 **215** 176,2	
431	Langlochsteine mit zwei quadratischen (3 × 3 cm) Langlöchern aus der Dampfziegelei von Carl Westphal zu Stolp i. Pommern	blaßroth	24,5	11,5	6,5	281,75	101,0 **82** 69,3	
432	Hohlziegel, Läufer mit zwei Langlöchern von je 2,5 × 2 cm aus d. Dampfz. von A. Werner in Heinrichshoefen bei Rastenburg i. Ostpr.	roth	24	12	6,5	288	255,3 **196** 162,5	241,8 **188** 139,3
433	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2 cm Durchmesser; Ursprungsangabe nicht gestattet	gelb	25	12	7	300	341,5 **274** 239,4	
434	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2 cm Durchmesser; desgl.	dunkelroth	25	11,5	6	287,5	222,4 **207** 174,1	
435	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2 cm Durchmesser; desgl.	roth	24	11	6,5	264	158,3 **119** 84,4	
436	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2 cm Durchmesser; desgl.	roth	25	11,5	6,5	287,5	154,7 **146** 139,3	
437	Hohlsteine (Läufer) mit zwei quadrat. Langlöchern von je 2,5 cm Seitenlänge aus der Ziegelei von Peter Schlarb zu Becherbach	roth	24	12	6,5	288	154,7 **114** 92,8	112,2 **92** 77,4
438	Hohlziegel (Köpfe) mit vier kreisrunden Kanälen von 3 cm Durchm. a. d. Succaser Thonwerk von F. Moebus in Succase bei Lenzen, Kr. Elbing	dunkelroth	26	12	7	312	137,1 **129** 117,5	
439	Hohlziegel (Köpfe) mit vier kreisrunden Kanälen von 2,5 cm Durchmesser; desgl.	roth	26	12	7	312	160,2 **137** 115,7	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Festigkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala richt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					2,621					
					2,364					

Steine.

¾ (ganze) Steine.

					2,815					
					2,445					
					2,940					
					3,025					
					2,574					
					2,106					
					3,357	1,989	6—7	5,9	6,4	
					3,244					
					3,429					
					3,366					
					3,193					
					3,182	1,912	6	12,7	13,6	0,110
					3,409					
					3,576					

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck —	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wasser — satt
			cm			qcm	kg/qcm	
440	Hohlziegel (Läufer) mit zwei kreisrunden Kanälen von 3 cm Durchm. a. d. Succaser Thonwerk von F. Moebus in Succase bei Lenzen, Kr. Elbing	blaßroth	25,5	13	6,8	331,5	132,0 **120** 106,3	
441	Hohlziegel (Läufer) mit zwei kreisrunden Kanälen von 2½ cm Durchmesser; desgl.	blaßroth	25,5	13	6,8	331,5	168,0 **139** 118,3	
442	Hohlziegel, Handmaschinensteine mit zwei quadrat. Langlöchern von je 3,5 × 3,5 cm der Thonwaar.-Fabrik zu Blankenberg i. Meckl.	hellgelb	25	12	6	300	105,8 **86** 68,7	
443	Lochsteine, Handmaschinensteine mit zwei runden Langlöchern von je 1,5 cm Durchmesser der Thonwaarenfabrik zu Blankenberg i. Meckl.	hellgelb	25	12	6,5	300	315,5 **225** 198,6	
444	Hohlziegel; Journ.-Nr. 5800. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	26,5	12	7	318	131,0 **121** 111,8	
445	Hohlziegel mit zwei Langlöchern von je 4 × 3 cm; Ursprungsangabe nicht gestattet	blaßroth	25	12	6,5	300	79,8 **67** 53,8	
446	Hohlziegel mit zwei Langlöchern ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation Friedrichsort	gelb	23	11,5	6	264,5	137,2 **104** 73,9	
447	Hohlziegel mit zwei kreisrunden Langlöchern von je 2,5 cm Durchmesser; Journ.-Nr. 6729	gelb	25	12,5	6,5	312,5	229,6 **145** 106,8	
448	Hohlziegel (Läufer) mit zwei kreisrunden 25 mm großen Luftkanälen aus der Ziegelei von F. Moebus in Succase bei Lenzen, Kr. Elbing	roth	24,5	12,5	6,5	306,25	305,8 **241** 203,8	
449	Hohlziegel (Köpfe) mit vier kreisrunden, 25 mm großen Luftkanälen; desgl.	roth	25	12	6,5	300	380,5 **289** 207,9	
450	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2,5 cm Durchm. a. d. Ziegelei in Gremboczyn von Georg Wolff in Thorn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	200,5 **176** 157,8	
451	Hohlziegel mit zwei Langlöchern von je 2,5 cm Durchm.; Journ.Nr. 7285—7288. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	259,8 **214** 157,8	241,3 **194** 148,5
452	Hohlziegel mit zwei Langlöchern von je 2,5 cm Durchmesser von Schulz in Graudenz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	24	12	6,5	288		265,0 **227** 174,1
453	Hohlziegel mit zwei runden Langlöchern von je 2,7 cm Durchmesser aus rothem Marschthon von Friedrich Willmer zu Döhren bei Hannover	roth	25	12	6,5	300	126,2 **98** 74,2	
454	Hohlziegel mit zwei Langlöchern von je 2,5 cm Durchm. a. d. Ziegelei von Wolff in Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	241,3 **184** 150,3	250,6 **178** 144,8
455	Hohlziegel mit zwei Langlöchern von je 2,5 × 3 cm. Ursprungsangabe nicht gestattet	röthlichgelb	24,5	12	6,5	294	133,0 **106** 79,8	

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken		Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
					3,170					
					3,310					
					1,990					
					2,843					
					3,400					
					2,467					
					2,197					
					2,772					
					3,240					
					3,415					
					3,104					
					3,525	2,059	7	5,0	5,3	0,120
					wassersatt 3,367	1,753	6	5,8	6,2	0,188
					2,884					
					2,982	1,754	7	15,1	15,8	0,224
					2,982					

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
								¾ (halbe)
456	Hohlziegel; Journ.-Nr. 5801. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	13	12,5	6,5	162,5	111,3 **100** 89,0	
457	¾ Hohlziegel aus den Aachener Thonwerken. N. Kreutz in Forst bei Aachen	gelb	13	12	6,5	156	252,3 **202** 159,5	252,3 **183** 152,1
458	Desgl.	roth	13	12,5	7	162,5	215,2 **189** 148,4	185,5 **168** 148,4
459	Hohlziegel mit zwei horizontalen Löchern von den Ullersdorfer Werken in Nieder-Ullersdorf. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	12,5	12	6,5	150	211,5 **173** 133,6	211,5 **162** 118,7
460	Hohlziegel mit zwei horinzotalen Löchern von Schneider aus Przylubie bei Schulitz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	12	12	7	144	265,2 **224** 179,4	288,6 **222** 171,6
461	½ Zweiloch-Verblendziegel aus der Kunstziegelei von G. Biemwald & Rother in Liegnitz	roth	11,7	11,7	6	136,9	202,8 **172** 152,1	
462	Desgl.	dunkelroth	12,4	12,4	7	153,8	244,9 **204** 174,4	
463	Hohlziegel mit zwei quadratischen Löchern von 3 × 3 cm; Journ.-Nr. 7127—7132	roth	12	12	6,5	144	230,0 **186** 148,4	233,7 **176** 152,1
464	½ Hohlziegel mit zwei Horizontallöchern von je 2,5 × 2,5 cm; Journ.-Nr. 8305—8310	gelb	12	12	7	144	296,8 **252** 204,1	274,5 **241** 189,2
465	½ Hohlziegel mit zwei Horizontallöchern von je 2,5 × 2,5 cm; Journ.-Nr. 8311—8316	roth	11,5	12	7	138	201,8 **163** 129,2	189,7 **144** 117,0
466	Verblendsteine mit zwei Löchern von je 2,5 × 2,3 cm aus der Wildsteiner Thon- u. Chamottewaarenfabr. Engelhardt Graf Wolkenstein zu Wildstein	gelb	12,5	12,5	7	156,25	141,0 **115** 103,9	126,1 **107** 92,8
467	Lederfarbige Verblendsteine; desgl.	Lederfarbe	12,5	12,5	7	156,25	222,6 **196** 159,5	218,9 **187** 148,4
								¼
468	Verblend-Hohlziegel (Riemchen) aus der Ziegelei am Bahnhof zu Bad Nauheim vom Baurath Mergard zu Aachen	roth	12	7	6,8	84		177,5 **165** 142,0
469	Hohlsteine (Riemchen) aus der Haynauer Kunstziegelei u. Thonwaarenfabrik von A. Peipe in Haynau i. Schl.	roth	12,5	7	6,3	78,75	305,3 **266** 227,2	298,2 **255** 220,1
470	Läufer (Hohlsteine) aus der Fabrik in Hangelar, Station Beul (rechtsrh.) von Flemming & Ihrke in Köln	gelb	12	6,5	7	78	369,2 **306** 276,9	**369,2** **294** **241,4**
471	Hohlziegel (Riemchen) aus der Dampfziegelei Trillup von B. Telge in Trillup bei Hamburg	roth	11	6,6	6	72,6	218,4 **177** **144,9**	**179,4** **144** **109**

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala gibt zuerst	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
								in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
Steine.										
					1,545					
211,5	226,3				1,635	1,696	5	11,0	12,0	0,176
188	179									
155,8	148,4									
185,5	192,9				1,825	1,698	5—6	11,8	12,9	0,063
166	171									
152,1	148,4									
					1,556	2,044	7	5,0	5,4	0,092
					1,666	1,968	7	5,9	6,4	0,100
					1,340					
					1,768					
170,0	185,5				1,414	2,284	6	7,9	8,7	0,03
157	172									
133,6	159,5									
285,7	267,1				1,588	1,919	8	7,9	8,5	0,559
238	227									
185,5	185,5									
169,5	141,3				1,578	1,820	6	7,9	8,8	0,612
185	111									
104,9	92,8									
122,4	124,3				1,890	1,925	5	7,4	8,5	0,028
101	108									
81,6	89,0									
204,1	222,6				1,862	1,969	6	5,9	6,6	0,016
179	168									
152,1	141,1									
Steine.										
					wasser-satt 1,009	1,928	5	11,1	12,2	
					0,875	2,044	6—7	6,0	6,8	
326,6	319,5				0,937	2,030	8—9	4,2	4,4	
260	288									
213,0	234,3									
191,1	159,9				0,705	1,771	6	9,8	10,8	0,101
146	136									
109,2	101,4									

1.	2.	3.	4.				5.
			Abmessungen				
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken
			cm			qcm	kg
472	Verblendziegel; Journ.-Nr. 7164—7169	roth	11	5,2	5,5	57,2	261,9 **213** 174,6
473	Verblendziegel mit einem horizontalen Loch von 2 × 2,5 cm aus der Fabrik von Ruſt & Steinmetz zu Biſchheim bei Straßburg i. Elſ.	gelb	12,5	6,5	7	81,25	177,5 **142** 106,5
474	Lochſtein-Verblender mit einem Loche von 2,5 × 2 cm aus der Dampf- u. Kunſtziegelei v. Friedr. Beyer zu Reichenbrand b. Siegmar i. S.	roth	12,5	6	7	75	248,5 **209** 184,6
475	Verblendziegel mit einem horizontalen Loch von 2,5 × 2 cm aus der Verblendſtein-Fabrik von C. Heiſe & Cie. zu Ueckendorf bei Gelſenkirchen	dunkelroth	12	7	6	84	382,8 **334** 264,0
476	Desgl.	Lederfarbe	12	6,5	5,5	78	347,9 **261** 205,9
477	Verblendziegel aus der Dampfziegelei von Theodor Starke zu Weißenfels	roth	12,5	6,5	7	81,25	177,5 **152** 127,8
478	Verblendziegel mit einem Loche von 3 cm Durchmeſſer aus der Dampfziegelei zu Nettesheim von Fried. Aug. Foerſter zu Köln	gelb	12	6,5	7	78	163,3 **142** 120,7
479	Verblendziegel mit einem Loche von 2 × 2,5 cm; Urſprungsangabe nicht geſtattet	gelb	12	6,5	7	78	241,4 **220** 198,8
480	Verblendziegel mit einem Loche von 2,5 × 2,5 cm; Journ.-Nr. 8742—8747	roth	12	7	6,5	84	184,6 **170** 156,2
481	Verblendziegel mit einem quadratiſchen Loche von 2,5 × 2,5 cm aus der Niederſchleſiſchen Chamotte-waarenfabrik, Actien-Geſellſchaft zu Mois bei Löwenberg i. Schleſ.	gelb	12	6,5	7	78	156,2 **137** 120,7
482	Desgl.	roth	12	6,2	7	74,4	187,5 **163** 135,0
483	Verblendziegel mit einem Loche von 2,5 × 2 cm; Urſprungsangabe nicht geſtattet	ledergelb	12	6,5	7	78	355,0 **304** 255,6
							b) Mit Querli
484	Hohlziegel mit vier Querlöchern; Urſprungsangabe nicht geſtattet	röthlichgelb	24	12	6,5	288	377,1 **284** 232,1
485	Hohlziegel mit vier (2,5 × 3 cm) Querlöchern ohne Angabe über den Urſprung. Antr.: Kgl. Fortifikation in Danzig	weißgelb	25	12	6,5	300	115,1 **105** 94,7
486	Hohlſteine mit vier runden 2 cm Querlöchern a. d. Dampfziegelei von J. G. Neumann (Ernſt Berch) in Bromberg. Antr.: Deutſche Töpfer- und Ziegler-Zeitung in Berlin	roth	25	12	6,5	300	**334,1** **273** **232,0**
487	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2,5 cm aus der Dampfziegelei A. Werner in Heinrichshoefen bei Raſtenburg i. Oſtpr.	roth	24,5	12	6,5	294	**273,6** **224** **15**

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
festigkeit		Biegungsfestigkeit								
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
213,4	232,8				0,558	1,972	9	1,6	2,4	0,221
178	**194**									
154,2	163,9									
142,0	134,9				0,927	1,974	7—8	6,9	7,3	0,216
130	**130**									
113,6	127,8									
213,0	220,1				0,861	1,942	6	9,0	9,9	0,014
182	**188**									
163,3	156,2									
363,0	336,6				0,887	1,936	7	10,5	11,1	0,068
316	**302**									
270,6	264,0									
291,1	284,0				0,717	1,862	7	9,4	10,1	0,071
249	**216**									
205,9	170,4									
170,4	149,1				0,973	1,879	5	10,8	11,5	0,228
146	**137**									
127,8	127,8									
142,0	138,4				0,935	2,004	8	6,1	6,8	0,028
129	**128**									
120,7	117,1									
248,5	234,3				0,930	2,074	8	2,0	3,0	0,308
209	**206**									
177,5	177,5									
188,1	177,5				0,817	1,879	6	8,8	9,8	0,036
163	**155**									
131,3	127,8									
138,4	142,0				0,875	1,931	5	7,9	8,7	0,020
125	**130**									
113,6	113,6									
172,5	180,0				0,933	1,973	6	6,9	7,5	0,032
145	**151**									
123,8	135,0									
319,5	340,8				0,945	2,015	8	4,3	4,7	0,232
279	**289**									
248,5	252,0									
¼ (ganze) Steine.										
					2,940					
					2,618					
					3,791					
					3,336	1,967	6—7	7,1	7,6	

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wasser satt
			cm			qcm	kg/qcm	
488	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2 cm Durchmesser; Ursprungsangabe nicht gestattet	gelb	25,5	12	7	306	418,6 **387** 364,0	
489	Desgl.	dunkelroth	24	11,5	6	276	316,8 **285** 232,1	
490	Desgl.	roth	24,5	12	6,5	294	140,6 **126** 114,0	
491	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2,5 cm Durchmesser; desgl.	hellroth	25	12	6,5	300	258,0 **223** 193,0	
492	Hohlziegel mit vier quadratischen Querlöchern von je 2,2 × 2,2 cm; desgl.	gelb	24	12	6	288	317,2 **263** 224,3	
493	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 2,3 cm Durchmesser. Journ.-Nr. 5270—5273. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelb	24,5	12	6,5	294	362,9 **290** 239,4	36 [illegible] [illegible] [illegible]
494	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 2,3 cm Durchmesser; Ursprungsangabe nicht gestattet	gelb	24,5	12	6,5	294	334,4 **306** 288,8	
495	Hohlziegel mit je vier runden horizontalen Querlöchern von 1,5 cm Durchmesser. Antr.: Kgl. Fortifikation in Wilhelmshaven	braunroth	23	11	5	253	802,8 **618** 512,9	[illegible]
496	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 4 × 3 cm; Ursprungsangabe nicht gestattet	blaßroth	24,5	12	6,3	294	157,7 **111** 83,6	
497	Hohlziegel mit vier Querlöchern ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation in Friedrichsort	gelb	23,5	11,5	6	270,25	248,4 **169** 128,3	
498	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 3 cm Durchmesser vom Ziegeleibesitzer M. Schulz in Graudenz Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	204,2 **174** 128,1	[illegible]
499	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern; Journ.-Nr. 6973—6976. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,5	300	241,3 **188** 129,9	[illegible]
500	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2,5 cm Durchmesser aus der Ziegelei Gremboczyn von Georg Wolff in Thorn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12	6,2	300	315,5 **284** 237,6	
501	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 3 cm Durchmesser aus der Ziegelei von M. Schulz in Graudenz. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25,5	12,5	6,5	318,75	192,2 **173** 143,3	
502	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 2,5 cm Durchmesser; Journ.-Nr. 7365. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	25	12	6,5	300	319,2 **272** 232,0	
503	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2,2 cm Durchmesser; Journ.-Nr. 7401—7404. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	gelblich	25	12	6,5	300	404,6 **317** 263,6	[illegible]
504	Hohlziegel mit vier runden Querlöchern von je 2 cm Durchmesser; Journ.-Nr. 7453—7456. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25,5	12	6,5	306	282,1 **217** 163,8	[illegible]

7. 8.	9. 10. 11.			12.	13.	14.	15. 16.		17.
Festigkeit	Biegungsfestigkeit						Wasseraufnahme		
ausgetrocknet		Bruchlast							
an der Luft	unter Wasser	freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte kg	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$ kg/qcm	allgemeines Gewicht der lufttrockenen Proben kg	spezifisches Gewicht	Härte, nach der Mohs'schen Skala	in 12 Std. %	in 120 Std. %	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze %
kg/qcm										
					3,240					
					3,413					
					3,504					
					3,230					
					2,875					
					2,930	1,776	4—5	17,6	18,4	0,567
					3,002					
					2,429	2,007	8—9	5,1	5,7	0,084
					2,281					
					2,481					
					2,983	1,748	6	14,8	15,1	0,497
					3,111	1,800	6—7	12,5	13,1	0,440
					3,050					
					3,270					
					3,482					
					3,056	1,607	5—6	16,7	17,7	0,576
					3,312	1,634	6	15,9	16,3	0,337

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
505	Hohlziegel mit vier Querlöchern von je 2,5 cm Durchmesser aus der Ziegelei von Wolff in Gremboczyn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	blaßroth	25	12,5	6,5	312,5	320,4 **249** 178,0	
								¾ (halbe)
506	Halbe Hohlziegel mit zwei (2,5 × 3 cm) Querlöchern ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Kgl. Fortifikation in Danzig	weißgelb	12,5	12	6,5	150	163,2 **134** 118,7	
								II. β. Poröse
507	Hohlsteine mit zwei quadratischen Längslöchern (2,5 × 2,5 cm) von den Greppiner Werken bei Bitterfeld. Antr.: Kgl. Bauverwaltung für den Neubau d. naturhistorisch. Museen in Berlin	röthlichgelb	25	12,5	6,5	312,5	51,6 **42** 32,0	
								III. Loch-
								Mit Vertikallöchern.
508	Zwölflochsteine aus den Siegersdorfer Werken, Friedr. Hoffmann in Siegersdorf i. Schl.	weiß	25,5	12,5	7	246,75	446,0 **388** 334,5	
509	Dampfmaschinensteine mit vier runden Vertikallöchern von je 1,5 cm Durchm. aus der Thonwaarenfabrik zu Blankenberg i. Meckl.	hellgelb	24,5	11,5	6,5	281,75	405,9 **343** 279,2	
510	Verblendsteine mit acht quadratischen vertikalen Löchern, ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Ministerium der öffentlichen Arbeiten	dunkelroth	26	13	7	338	317,1 **267** 233,1	
511	Ziegelsteine mit vier vertikalen Löchern von je 1,8 cm Durchm.; Journ.-Nr. 6241—6242	hellgelb	24,5	12,5	6,5	281,75	316,8 **288** 247,5	291,1 **267** 233,6
512	Lochziegel mit sechs kreisförmigen vertikalen Löchern von 2,5 cm Durchm. aus der Thonwaarenfabrik zu Blankenberg i. Meckl.	gelb	28	13,5	8	378	345,0 **279** 186,0	
513	Formziegel mit sechs quadratisch. Vertikallöchern von 2,5 × 2,5 cm von den vereinigten Thonwerken von Ratingen & Salzwey. Antr.: Abth.-Baumeister Kiel in Köln a. Rh.	röthlichgelb	$\frac{19,5+18,5}{2}$	11,5	8,5	218,5	316,4 **260** 210,0	
514	Lochziegel mit vier vertikalen in der Längsachse gelegenen quadratischen Löchern von 2 × 2 cm; Journ.-Nr. 8116	gelb	25	12	6,5	300	304,4 **264** 215,3	
515	Verblendziegel mit zehn vertikalen Löchern von je 1,5 cm Durchmesser; Journ.-Nr. 8485 bis 8490	gelb	24,5	12	6,5	294	425,6 **379** 342,0	410,4 **374** 307,8
516	Lochsteine mit drei vertikalen Löchern von je 2,5 cm Durchmesser aus der Dampfziegelei von Heinrich Cron zu Winzingen bei Neustadt a./Haardt	gelb	25,5	12,5	6,5	304,02	317,4 **257** 183,7	315,5 **256** 200,5
517	Verblendziegel mit zehn Vertikallöchern von je 2 cm Durchm., gefertigt aus Thon d. Mörchinger Ziegelwerke, gehörig d. vereinigt. Speyerer Ziegelwerken, Act.-Gesellsch. zu Speyer a. Rh.	roth	23,5	11,5	6,5	270,25	480,0 **402** 320,6	500,4 **382** 312,5

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
								3/4
518	Zehnlochsteine aus den Siegersdorfer Werken, Friedr. Hoffmann in Siegersdorf i. Schl.	weiß	19	12,3	7	185,7	390,5 **342** 309,5	
519	Paramentziegel mit sechs vertikalen Löchern aus den Ullersdorfer Werken in Nieder-Ullersdorf. Antr.: Kgl. Fortifikation in Thorn	roth	19	12,5	7	237,5	281,0 **228** 196,2	269,8 **225** 151,6
								2/4 (halbe)
520	Vierlochsteine (halbe Köpfe) aus den Siegersdorfer Werken, Friedr. Hoffmann in Siegersdorf i. Schl.	weiß	12,3	12,3	7	115,3	367,1 **330** 304,3	
521	„Lochverblendsteine"; Journ.-Nr. 6478—6483	lederfarben	12	12	7	144	117,0 **100** 81,9	105,3 **96** 81,9
522	Hohlziegel mit vier quadratischen Verticallöchern von je 2,5 × 2,5 cm; Journ.-Nr. 6800—6805	fleischfarben	12	12	7	144	374,4 **328** 292,5	366,6 **313** 265,2
523	Lochstein-Verblender mit zwei quadratischen Löchern von je 2,5 × 2,5 cm aus der Dampf- u. Kunstziegelei von Friedrich Beyer zu Reichenbrand bei Siegmar i. S.	roth	12,5	12	7	150	259,7 **214** 192,9	296,8 **210** 167,0
								1/4
524	Zweilochsteine (Riemchen) aus den Siegersdorfer Werken, Friedr. Hoffmann in Siegersdorf i. Schl.	weiß	12,3	5,7	7	59,23	470,0 **422** 385,4	
525	Einloch-Verblendziegel; Journ.-Nr. 4803—4808	hell lederfarben	12	7	7	84	269,8 **232** 198,8	255,6 **202** 170,4
526	Lochverblendsteine; Journ.-Nr. 6484—6489	lederfarben	12	6	7	72	156,0 **122** 101,4	132,6 **117** 105,3
527	Lochziegel aus der Dampfziegelei von Georg Gund in Speyer a. Rh.	roth	12	7	7	84		284,0 **216** 177,5
528	Lochziegel mit zwei quadratischen Verticallöchern von je 2,5 × 2,2 cm aus der Dampfziegelei van Lange & Burgers in Lobith. Antr.: Carl Weber in Ruhrort	lederfarben	12	7	7	84	792,0 **612** 528,0	673,2 **588** 488,4

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Festigkeit		Biegungsfestigkeit			Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala	Wasseraufnahme		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
ausgefroren		freie Länge l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken							
an der Luft	unter Wasser		Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	
kg/qcm			kg	kg/qcm	kg			%	%	%
Steine.										
					2,705					
					2,432	1,863	8—9	6,1	6,8	0,080
Steine.										
					1,664					
93,6	105,3				1,606	1,836	6	7,5	8,1	0,095
83	**94**									
74,1	85,8									
343,2	308,1				1,613	2,056	8—9	6,0	6,5	0,010
304	**290**									
273,0	269,1									
259,7	259,7				1,675	2,020	6	10,0	11,1	0,016
193	**209**									
170,7	159,5									
Steine.										
					0,856					
234,3	227,2				1,060	2,112	8—9	3,5	4,4	0,109
186	**189**									
156,2	163,3									
120,9	140,4				0,776	2,163	6	7,8	8,5	0,065
112	**117**									
93,6	97,5									
					wasser-satt 1,196	2,052	7	8,1	8,6	0,072
594,0	600,6				1,022	2,327	8—9	4,5	4,8	0,139
587	**577**									
462,0	561,0									

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
			Abmessungen				Biegungs-		
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	1 in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken: Belastung P in der Mitte kg	lufttrocken: $K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$ kg/qcm	wasser-: Belastung P in der Mitte kg
			cm						
									IV. Dach-
529	„Dachziegel"; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	35	15	1,7				
530 [2]	Dachfalzziegel mit dem eingebrannten Fabrikstempel Wienerberger Gesellschaft, Wien von F. Czermak in Brünn	blaßroth	40	24,5					
531 [3]	Dachfalzziegel — mit dem eingebrannten Fabrikstempel F. Czermak, Brünn — von F. Czermak in Brünn	dunkelroth	37,5	22					
532 [4]	Unterziegel (Nonnen) welche 8 Jahre auf dem Dache gelegen haben. Antr.: Stadt-Bauamt der Kgl. Residenzstadt Hannover								
533 [5]	Oberziegel (Mönche); desgl.								
534 [6]	Dachziegel von den vereinigten Splauer und Dommitzer Thonwerken, A.G., bei Schmiedeberg	hellgrau	37 in der Mitte	14,5	1	$l = 30$ $W = \frac{14,5 \cdot 1^2}{6} = 2,42$	50,4 46 42,0	156 148 130	45,4 42,2 39,2
535 [7]	Gewöhnliche Dachziegel aus der Dampfziegelei von Otto & Schlosser in Meißen	roth	35	15	1,5	$l = 30$ $W = \frac{15 \cdot 1,5^2}{6} = 5,625$	82,6 78,1 65,8	110,1 97,5 87,7	74,4 70,4 65,8
536 [8]	Dach-Hohlziegel; Journ.-Nr. 6401—6402	blau							
537 [9]	Dachfalzziegel; Ursprungsangabe nicht gestattet	roth	profilirt						
538 [10]	Blaugedämpfte Dachpfannen aus der Dachziegelfabrik von Ernst Disch in Rees a. Rh. Antr.: C. Heiligenstadt zu Geestemünde	schwarzgrau	profilirt			$l = 24$ $W = 11,4$	163,5 146 132,0	86,1 76,8 69,5	208,7 145,9 119,5
539 [11]	Falzziegel; Journ.-Nr. 8296 bis 8302	blaugrau	profilirt			$l = 28$ $W = 43,701$	190,0 143 114,6	30,4 23 18,4	179,0 127 103,9

[2] Die in den Spalten 21 und 22 enthaltenen Zahlen geben die Menge des eingezogenen Wassers an.
[3] Nach einer Stunde zeigten sich an den unteren Flächen Wassertropfen.
[4] " " zeigte " " " keine Tropfenbildung.
[5] Von 5 Unterziegeln zeigte sich nach 20 Stunden bei einem derselben an der unteren Fläche eine feuchte Stelle, welche sich schließlich über die ganze untere Fläche verbreitete. Ein zweiter Ziegel zeigte nach 70 Stunden eine Tropfenbildung. Die übrigen 3 Ziegel ließen an den unteren Flächen feuchte Stellen nicht erkennen.
[6] An 5 Oberziegeln waren an den unteren Flächen nach 70 Stunden feuchte Stellen nicht zu erkennen.
[7] Die Ziegel blieben an den unteren Flächen vollkommen trocken und zeigten keine Tropfenbildung.
[8] Ein Ziegel zeigte nach 4 Stunden an der unteren Fläche eine feuchte Stelle, welche 1 Stunde darauf langsam Tropfen abgab. Zwei andere Ziegel zeigten nach 5 Stunden die ersten Spuren der Wasserdurchlässigkeit und 16 Stunden darauf eine gute Tropfenbildung. Ein vierter Ziegel blieb die ersten 5 Stunden trocken, ließ aber 18 Stunden darauf starke Anfeuchtung 1 6 Stunden später Tropfenbildung an der unteren Fläche erkennen.

11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
festigkeit												
satt	ausgefroren											
	an der Luft		unter Wasser									
$K = \frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme		Wasserdurchlässigkeit[1]		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
							nicht zuerst	in 12 Std.	in 125 Std.	nach 5 Std.	nach 24 Std.	
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	ccm	ccm	%
ziegel.												
					wasser-satt 1,839	2,029	6—7	7,15	7,8			1,061
					wasser-satt 3,362		4—5	20,4	22,8	35 pro Stunde eingezogen		
					wasser-satt 2,654		6	10,6	11,3	18 pro Stunde eingezogen		
					2,676			10,9	11,2			
					1,285			10,4	11,3			
141	44,8	139	44,9	139	1,070	2,052	9	2,6	3,2	nach 1 Std. 0,64	0,64	0,015
131	40,1	124	39	121								
121	31,6	98	35,6	110								
99,2	73,5	98,0	78,4	104,5	1,466	1,773	6	10,41	11,71	87	153,5	0,031
93,9	63,1	84,2	72,1	96,2								
87,7	56,0	74,7	67,2	89,6								
					wasser-satt 2,978			13,2	14,8	13,35	33,0	
					wasser-satt 2,757	1,961	8	7,3	8,1	16,8	120	0,032
109,8	186,7	98,3	176,5	92,9	2,030	1,768	7	13,7	15,5	108,4		0,148
76,8	142,5	75,1	143,1	75,3								
62,9	95,0	50,0	83,1	43,7								
28,7	139,5	22,3	169,0	27,1	2,795	1,982	6—7	10,6	11,8	44,6		0,2
20	120	19	128	21								
16,6	86,7	13,9	95,0	15,2								

[1]) Nach einer Stunde zeigte jeder der vier benutzten Ziegel an der unteren Fläche eine kleine feuchte Stelle, welche sich langsam so weit vergrößerte, daß sie nach 6 Stunden den größeren Theil der unteren Ziegelfläche umfaßte, ohne jedoch Tropfenbildung erkennen zu lassen. Nach 24 Stunden hatten die feuchten Stellen sich zwar vergrößert, jedoch fand kein Durchtropfen statt.

[2]) Nach einer Stunde zeigten die Ziegel an der unteren Fläche unterhalb der aufgekitteten Rohre nasse runde Flecke, welche sich mit der Zeit vergrößerten, ohne indessen zur Tropfenbildung zu führen.

[3]) Nach 1½ Stunden zeigten die Ziegel an der unteren Fläche unterhalb der aufgekitteten Rohre nasse runde Flecke, welche sich mit der Zeit vergrößerten, ohne indessen zur Tropfenbildung zu führen. Die eingefüllten 130,0 ccm Wasser nahmen 2 Ziegel in 10 Stunden, ein Ziegel in 7¾ Stunden und ein Ziegel in 5 Stunden auf.

[4]) Nach 1½ Stunden zeigten die Ziegel an der unteren Fläche unterhalb der Rohre nasse runde Flecke, welche sich mit der Zeit vergrößerten, ohne indessen zur Tropfenbildung zu führen. Nach Verlauf von 24 Stunden ergab sich, daß drei Ziegel die aufgegebenen 130,0 ccm Wasser vollkommen aufgenommen hatten, während in einem vierten Ziegel in derselben Zeit nur 46,4 ccm Wasser eingezogen waren.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
			Abmessungen				Biegungs-		
							lufttrocken		wasser-
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Belastung P in der Mitte
			cm				kg	kg/qcm	kg
540[1]	Dachziegel aus der Ziegelei von W. Heidepriem zu Rathenow a. H.	roth	15	34,5	1,2	$l = 24$ $W = \frac{15 \cdot 1{,}2^2}{6} = 3{,}60$	72,10 **61,63** 51,24	120,4 **103** 85,6	65,24 **54,49** 48,46
541[1]	Falzziegel aus der Ziegel der vereinigten Speyerer Ziegelwerke, Actien-Gesellschaft zu Speyer a. Rhein	röthlich-gelb	profilirt			$l = 25$ $W = \frac{I}{X} = 22{,}6322$	206,0 **187** 154,3	56,9 **51,7** 42,6	197,3 **173,7** 156,6
542[1]	Falzziegel aus der Fabrik zu Honnef von Ferd. Susewind zu Sternerhütte bei Linz a. Rh.	schiefer-blau	profilirt			$l = 26$ $W = 39{,}5$	245,0 **192,5** 129,5	40,3 **32** 21,3	254,4 **179,1** 139,4
543[1]	Cementstein-Dachfalzziegel aus der Cementsteinwaarenfabrik von Georg Matthias & Co. in Friedeberg a. Qu.	grau	profilirt			$l = 25$ $W = 15{,}2136$	139,7 **117** 98,0	53,3 **48** 40,3	109,9 **98** 85,6

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Abmessungen					Biegungs-		
								lufttrocken		wasser-
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Antragsteller	Farbe	Länge	Breite	Höhe	Abnutzungsfläche	l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Belastung P in der Mitte
			cm			qcm		kg	kg/qcm	kg
B. Fußboden- und Wandplatten verschiedener										
544	Iron Bricks (Eisensteine) aus der Fabrik von Louis Jochum in Ottweiler	blau-schwarz	31	15	5,5	50	$l = 20$ $W = \frac{15 \cdot 5{,}5^2}{6} = 75{,}625$	1782,4 **1598,6** 1392,5	117,8 **105,7** 92,1	1726,7 **1510,9** 1281,1
545	Trottoirplatten aus der Fabrik von H. Meyer in Lehrte	bräunlich	16,	16,5	3,5	36	$l = 14$ $W = \frac{16{,}5 \cdot (3{,}5)^2}{6} = 33{,}6875$	1058,3 **857,8** 612,7	110,0 **89,1** 63,7	891,2 **740,8** 612,7
546	Gemusterte Thonplatten aus den Fabriken von H. Polko in Bitterfeld	gemustert	17	17	1,8	50	$l = 16$ $W = \frac{17 \cdot (1{,}8)^2}{6} = 9{,}18$	1169,7 **1024,9** 835,5	510 **446** 364	1225,4 **1011,0** 891,2

[1]) Die eingefüllten 140,0 ccm Wasser waren bei dem ersten Ziegel nach 9 Stunden, bei dem zweiten Ziegel nach 10 Stunden 10 Min., bei dem dritten Ziegel nach 11 Stunden 7 Min., bei dem vierten Ziegel nach 11 Stunden 12 Min. und bei dem fünften Ziegel nach 10¼ Stunden eingezogen. Hierbei hatten die Ziegel drei Stunden nach stattgehabter Füllung der Rohre an der oberen und unteren Fläche dunkle, den Eintritt des Wassers andeutende Stellen gezeigt, die sich jedoch nicht zur Tropfenbildung bezw. zum Durchlassen entwickelten.

11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Festigkeit								Wasseraufnahme		Wasserdurchlässigkeit		
satt	ausgefroren											
	an der Luft		unter Wasser									
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht der lufttrockenen Proben	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala richt zurecht	in 12 Std.	in 125 Std.	nach 5 Std.	nach 24 Std.	Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg	kg			%	%	ccm	ccm	%
109,0	68,18	113,9	53,76	89,8	1,452	1,808	5—6	12,7	13,9	80		0,068
91	**51,39**	**86**	**48,10**	**80**								
80,9	40,60	67,8	42,14	70,4								
54,5	198,4	54,8	192,5	53,2	2,661	1,615	4	19,0	20,9	242,2		0,180
48	**170,8**	**47,2**	**160,7**	**44,4**								
43,3	142,3	39,3	140,7	38,9								
41,8	219,0	36,0	250,7	41,2	2,388	1,863	5	12,9	13,5	8,8	29,8	0,108
29	**164,5**	**27**	**174**	**29**								
22,9	117,3	19,3	132,5	21,8								
45,2	137,4	56,5	106,8	43,9	2,328	1,948	6	9,5	10,1	4 Ziegel hatt. kein Wasser aufgenommen. Einer dagegen 3 ccm	3,2	
40	**94**	**39**	**97**	**40**								
35,2	60,5	24,9	73,4	30,2								

12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Festigkeit								Wasseraufnahme		Abnutzung				
satt	ausgefroren													
	an der Luft		unter Wasser											
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala richt zurecht	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%

Art, sowie Gipsdielen und Schilfbretter.

114,2					5,733	2,349	9	0,65	0,94	4,3	7,5	3,9	7,4	
99,9										4,4		4,5		
84,7										4,8		4,5		
										4,1		4,4		
										17,6		17,3		
92,6	891,2	92,6	807,6	83,9	2,033	2,293	9	2,36	3,	14,0	24,1	14,0	26,4	
77,0	**724,1**	**75,2**	**740,8**	**76,9**						13,1		14,5		
63,7	612,7	63,7	668,4	69,4						14,8		15,9		
										13,3		16,1		
										55,2		60,5		
534	1016,5	443	1072,2	467	1,276	2,466	9	0,31	0,42	4,1	6,6	3,6	6,3	
440	**966,4**	**421**	**1008,2**	**439**						3,9		4,0		
388	946,9	413	960,8	419						4,2		4,0		
										4,1		3,9		
										16,3		15,5		

[1]) Die eingefüllten 300 ccm Wasser waren bei drei Ziegeln in 6½ Stunden, bei einem Ziegel in 7¾ Stunden und bei dem letzten Ziegel in 9 Stunden eingezogen. Die Ziegel hatten 20 Minuten nach stattgehabter Füllung der Rohre an der oberen und unteren Fläche dunkle, das Eindringen des Wassers andeutende Stellen gezeigt, die sich jedoch nicht zur Tropfenbildung bezw. zum Durchlassen entwickelten.

[2]) Nach 24 Stunden ließen die Ziegel an den unteren Flächen feuchte Stellen nicht erkennen.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Abmessungen				Biegungs-			
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Antragsteller	Farbe	Länge	Breite	Höhe	Abnutzungsfläche	1 in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken: Belastung P in der Mitte	lufttrocken: $K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	wasser-: Belastung P in der Mitte
			cm			qcm		kg	kg/qcm	kg
547	Mosaikplatten mit Marmoreinlagen; Journ.-Nr. 5684	rothmelirt	20	20	3	50				
548	Mosaikplatten mit Marmoreinlagen; Journ.-Nr. 5685	weißmelirt	20	20	3	50				
549	Cementplatten; Journ.-Nr. 5686		27	14,5	7,5	50				
550	Bruchsteinproben (Kalkstein); Journ.-Nr. 5687	braun	28	22	3,5	50				
551	Bruchsteinproben (Kalkstein); Journ.-Nr. 5688	grau	28	22	4	50				
552	Bruchsteinproben (Kalkstein); Journ.-Nr. 5689		30	24	8	50				
553	Bruchsteinproben (Kalkstein); Journ.-Nr. 5690		unregelmäßig			50				
554	Bruchsteinproben, bezw. Italienischer weißer Marmor; Journ.-Nr. 5691	weiß	26	26	2,4	50				
555	Bruchsteinproben, bezw. Italienischer schwarzer Marmor; Journ.-Nr. 5692	schwarz	26	26	2,3	50				
556	Mosaikplatten in gefärbtem Cement; Journ.-Nr. 5693	farbig	30	30	2,5	50				

*) Die Grundmasse kam zum Vorschein.

12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
festigkeit														
satt	ausgefroren													
	an der Luft		unter Wasser											
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme in 12 Std.	Wasseraufnahme in 125 Std. (satt)	Abnutzung Versuch I		Abnutzung Versuch II		Wetterbeständigkeit, löslicher Salze
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
						2,053				45,9	75,8	41,9	74,9	
										44,4		44,0		
										40,9		40,7		
										24,4		27,1		
										155,6		153,7		
						2,039				32,5	64,2	34,7	68,3	
										35,1		36,1		
										31,4		34,5		
										32,0		33,9		
										131,0		139,2		
						1,994				13,5	32,8	18,1	34,3	
										17,7		15,2		
										17,7		17,2		
										16,6		17,8		
										65,5		68,3		
						2,600				29,4	49,5	34,4	47,6	
										30,4		27,6		
										34,0		34,6		
										35,0		27,2		
										128,8		123,8		
						2,625				37,0	52,4	34,9	55,3	
										38,2		37,5		
										29,2		39,0		
										32,2		33,7		
										136,6		145,1		
						2,614				32,6	43,6	27,1	44,3	
										25,2		33,8		
										29,7		26,9		
										26,5		38,0		
										114,0		125,8		
						2,654				23,0	34,0	24,0	37,4	
										23,7		26,2		
										21,9		25,2		
										21,6		23,8		
										90,2		99,2		
						2,676				37,4	54,1	34,8	51,2	
										36,1		35,0		
										33,7		35,0		
										37,5		32,3		
										144,7		137,1		
						2,696				15,1	22,1	14,3	20,8	
										15,0		14,1		
										14,6		14,1		
										14,9		13,5		
										59,6		56,0		
						1,952				23,7	64,6	26,5	63,7	
										32,0[1]		35,8[1]		
										43,8[2]		39,9[2]		
										26,6		22,2		
										126,1		124,4		

[1] Die Grundmasse war gänzlich freigelegt.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Abmessungen					Biegungs-		
								lufttrocken		wasser-
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Antragsteller	Farbe	Länge	Breite	Höhe	Abnutzungsfläche	l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	Belastung P in der Mitte	$K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	Belastung P in der Mitte
			cm			qcm		kg	kg/qcm	kg
557	Mosaikplatten; Journ.-Nr. 5694		15	7,5	1,9	50				
558	Mosaikplatten; Journ.-Nr. 5695		25	25	2,6	50				
559	Innenplatten (28 Tage alt) aus der Fabrik von M. Hellinger in Charlottenburg		17	17	2		l = 15 $W = \frac{17 \cdot 2^2}{6} = 11{,}333$	427,6 **380,9** 352,7	141,5 **126** 116,6	
560 [1]	Außenplatten 28 Tage alt) aus der Fabrik von M. Hellinger in Charlottenburg		17	17	2	50	l = 15 $W = \frac{17 \cdot 2^2}{6} = 11{,}333$	497,7 **351,5** 249,7	164,7 **116** 82,6	293,5 **236,9** 194,8
561	Platte aus Marmormosaik (8 Monate alt); Journ.-Nr. 5945	schwarz	7,1	7,1	3	50				
562	Platte aus Marmormosaik (8 Monate alt); Journ.-Nr. 5946	weiß	7,1	7,1	3	50				
563	Gebrannte Platten; Ursprungsangabe nicht gestattet		7,1	7,1	5	50				
564	Desgl.		7,1	7,1	4,5	50				
565	Mosaikplatten aus der Cölln-Meißener Chamotte- u. Thonwaarenfabrik von Richard Müller & Co. zu Cölln an der Elbe	weiß	17,5	17,5	2	50	l = 15 $W = \frac{17{,}5 \cdot 2^2}{6} = 11{,}667$	423,8 **355,1** 326,8	136,7 **115** 105,4	386,2 **338,9** 294,1

[1]) Die gelbe Farbe des Musters kam zum Vorschein.

[2]) Die zehn für die Feuerversuche bestimmten Platten wurden drei Stunden einem Holzfeuer ausgesetzt; darauf nun fünf von ihnen an der Luft langsam abgekühlt, die übrigen fünf durch Ablöschung im Wasser plötzlich abgekühlt.

12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
festigkeit								Wasser-aufnahme		Abnutzung				
satt	ausgefroren													
	an der Luft		unter Wasser											
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohsschen Skala richt zuerst	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
						2,593				5,0	7,7	6,1	9,1	
										5,5[1]		6,0[1]		
										4,8		5,7		
										4,7		5,8		
										20,0		23,6		
						1,746				27,0	59,5	23,4	61,7	
										28,4		33,3		
										25,4		21,8		
										23,0		29,3		
										103,8		107,8		
	Nach der Beanspruchung durch Feuer[2])													
	langsam abgekühlt		plötzlich abgekühlt											
	340,6	112,7	310,6	102,8	0,871		8—9							
	232,7	**77**	**229,2**	**76**										
	125,3	41,5	162,7	53,8										
97,1	345,1	114,2	354,0	117,1	1,161	1,583	7—8	4,8	5,1	21,1	38,8	11,7	34,9	
78	**300,2**	**99**	**322,0**	**107**						12,6		16,1		
64,5	264,0	87,4	285,0	94,3						14,8		14,8		
										13,0		12,7		
	Nach der Beanspruchung durch Feuer[2])									61,5		55,3		
	langsam abgekühlt		plötzlich abgekühlt											
	186,9	61,8	119,9	39,7										
	126,8	**42**	**83,6**	**28**										
	85,7	28,3	63,3	20,9										
						2,133				10,9	22,3	10,0	20,0	
										11,4		9,7		
										12,6		11,3		
										12,6		11,6		
										47,5		42,6		
						2,190				24,6	44,2	26,2	44,0	
										24,5		23,5		
										24,4		23,1		
										23,2		23,5		
										96,7		96,3		
						2,178				10,3	18,7	10,0	18,7	
										10,6		10,0		
										9,4		10,2		
										10,4		10,5		
										40,7		40,7		
						2,270				13,9	21,2	10,3	16,6	
										11,5		9,2		
										11,5		9,4		
										11,3		8,7		
										48,2		37,6		
124,6	326,0	105,2	365,3	117,8	1,210	2,278	9	1,2	1,8	6,0	10,8	7,0	10,8	
109	**271,1**	**87**	**318,7**	**103**						6,1		5,8		
94,9	166,7	53,8	267,8	86,4						6,0		5,9		
										6,5		6,0		
										24,6		24,7		

[1]) Die Bohrung der Platten mit dem Nagelbohrer und das Eintreiben von Nägeln ist nicht ausführbar; dagegen lassen sich die Platten mit gehärteten Werkzeugen bearbeiten.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Abmessungen					Biegungs-		
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Antragsteller	Farbe	Länge	Breite	Höhe	Abnutzungsfläche	l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken: Belastung P in der Mitte	lufttrocken: $K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$	wasser-: Belastung P in der Mitte
			cm			qcm		kg	kg/qcm	kg
566[1])	Elastische Steinholzplatten aus der Fabrik von Rob. Hankow zu Hamburg	weiß	17	17	2	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 2^2}{6} = 11{,}333$	505,0 **398,2** 302,1	167,1 **132** 100,0	322,3 **277,4** 223,6
567	Gebrannte Thonplatten aus der Fabrik von Schulze & Co., Chamotte- und Thonwarrenfabrik zu Eisenberg i. Thür.	braun	16	16	3	50	$l = 12{,}8$ $W = \frac{16 \cdot 3^2}{6} = 24$	1671,0 **1380,1** 1114,0	222,8 **184** 148,5	1782,4 **1342,4** 1058,3
568	Trottoirplatten[2]) aus der Fabrik der Muldensteiner Werke von H. Meisel zu Muldenstein bei Bitterfeld	braun	15	15	5,3	25	$l = 12{,}5$ $W = \frac{15 \cdot 5{,}3^2}{6} = 70{,}225$	3119,2 **2673,6** 2339,4	138,8 **119** 104,1	
569	Gemusterte, gebrannte Fußbodenfliesen a. d. Thonwaarenfabrik der Magdeb. Bau- und Kredit-Bank, vorm. O. Duwingeau & Co. in Magdeburg	gemustert	17	17	1,8	50	$l = 16$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}8^2}{6} = 9{,}18$	779,8 **576,5** 445,6	339,0 **251** 193,7	724,1 **554,2** 445,6
570	Gebrannte Mosaikplatten; Ursprungsangabe nicht gestattet		17	17	1,88	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}88^2}{6} = 10{,}01$	501,3 **442,7** 388,7	187,8 **166** 145,6	501,3 **440,5** 389,9
571	Desgl.		17	17	1,95	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}95^2}{6} = 10{,}77$	709,8 **591,9** 476,0	247,1 **206** 165,7	684,6 **579,7** 474,6
572	Magnesitbauplatten[3]) aus der Fabrik der Actien-Gesellsch. für Asphaltirung u. Dachbedeckung, vorm. Johannes Jeserich, zu Berlin	weiß	18	18	2	50	$l = 15$ $W = \frac{18 \cdot 2^2}{6} = 12$	476,7 **362,4** 306,4	148,8 **113** 95,8	343,4 **305,2** 270,0
573	Desgl.	weiß	18	18	1,2		$l = 15$ $W = \frac{18 \cdot 1{,}2^2}{6} = 4{,}32$	130,3 **119,1** 101,8	113,1 **103** 88,4	
574	Glatte Thonplatten Nr. 17 aus der Thonplattenfabrik, Actien-Gesellschaft, zu Lissa in Schlesien	gemustert	17	17	1,8	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}8^2}{6} = 9{,}18$	557,6 **479,3** 388,2	227,8 **196** 158,6	600,2 **478,1** 330,0

[1]) Die Bohrung der Platten mit dem Nagelbohrer und das Eintreiben von Nägeln ist nicht ausführbar; dagegen lassen sich die Platten mit gelbharten Werkzeugen bearbeiten.

[2]) Aus den Platten herausgeschnittene Würfel von 5 cm Seitenlänge ergaben, auf Druckfestigkeit geprüft: 1830 kg/qcm
1662 "
1490 "

12.*	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Festigkeit								Wasseraufnahme		Abnutzung				
satt	ausgefroren													
	an der Luft		unter Wasser											
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
106,6	336,3	111,3	304,6	100,8	1,065	1,487	9	3,9	7,1	11,9	25,1	10,7	23,5	
92	**261,3**	**86**	**234,9**	**78**						9,0		8,7		
74,0	202,3	66,9	195,4	64,6						8,4		8,8		
										8,0		6,8		
										37,3		35,0		
237,7	1448,2	193,1	1726,7	230,2	1,944	2,575	9	0,10	0,17	2,2	5,3	2,3	5,3	0,02
179	**1180,8**	**157**	**1225,4**	**163**						3,6		3,5		
141,1	1002,6	133,7	891,2	118,8						3,5		3,7		
										4,4		4,1		
										13,7		13,6		
					2,526	2,078				9,0	15,4	8,7	14,9	
										8,5		7,5		
										7,4		6,7		
										7,0		8,0		
										31,9		30,9		
314,8	557,0	242,2	557,0	242,2	0,806	2,257	9	0,65	0,93	4,3	7,0	3,1	5,6	
241	**479,0**	**208**	**487,4**	**212**						3,6		3,3		
193,7	389,9	169,5	417,7	181,6						4,1		3,3		
										3,9		3,0		
										15,9		12,7		
187,8	530,6	198,8	525,0	196,7	1,257	2,255	9	0,37	0,70	4,4	6,6	4,0	5,7	
165	**440,0**	**165**	**430,2**	**161**						3,8		3,2		
146,1	333,2	124,8	358,4	134,3						3,6		3,0		
										3,0		2,6		
										14,8		12,8		
238,4	662,2	230,6	652,4	227,2	1,312	2,201	9	0,81	1,20	3,7	6,0	2,8	5,6	
202	**577,3**	**201**	**568,2**	**198**						3,0		3,4		
165,3	466,6	162,5	459,2	159,9						3,0		2,7		
										3,3		3,4		
										13,0		12,3		
107,3	395,6	123,6	368,6	115,2	1,119	1,495	7	4,2	4,6	10,1	20,0	10,0	23,1	
95	**309,4**	**97**	**317,8**	**99**						6,0		8,8		
84,4	259,9	81,2	256,9	80,3						6,2		7,9		
										7,6		7,8		
										29,9		34,5		
	Nach der Beanspruchung durch Feuer*)													
	langsam abgekühlt		plötzlich abgekühlt											
	234,4	73,3	225,0	70,3										
	200,4	**63**	**190,4**	**59**										
	173,7	54,3	177,4	55,4										
					0,732									
245,2	610,4	249,3	511,0	208,7	1,088	2,324	9	1,7	1,9	3,7	6,2	3,4	6,1	0,024
195	**458,2**	**187**	**474,9**	**194**						3,3		3,7		
134,8	340,4	139,1	403,4	164,8						3,9		3,3		
										3,4		3,8		
										14,3		14,2		

*) Die Bearbeitung des Materials ist mit sämmtlichen, für die Bearbeitung von Holz üblichen Werkzeugen ausführbar. Auch läßt es sich nageln.

*) Die zehn für die Feuerversuche bestimmten Platten wurden drei Stunden einem Holzfeuer ausgesetzt. Darauf wurden fünf von ihnen an der Luft langsam abgekühlt, die übrigen fünf durch Ablöschung im Wasser plötzlich abgekühlt.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Abmessungen					Biegungs-		
Laufende Nr.	Fabrikationsort oder Antragsteller	Farbe	Länge	Breite	Höhe	Abnutzungsfläche	l in cm $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	lufttrocken: Belastung P in der Mitte kg	lufttrocken: $K = \frac{P \cdot l}{4 \cdot W}$ kg/qcm	wasser-: Belastung P in der Mitte kg
			cm			qcm				
575	Gerippte Thonplatten Nr. 52 aus der Thonplattenfabrik, Actien-Gesellschaft, zu Lissa in Schlesien	gemustert	17	17	1,8	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}8^2}{6} = 9{,}18$	655,5 **564,7** 481,6	267,8 **231** 196,7	626,5 **546,6** 496,4
576	Gebrannte Mosaikplatten, Dessin Nr. 6, aus der Fabrik von Leop. Ruyter zu Bonn		17	17	1,6	50	$l = 15$ $W = \frac{17 \cdot 1{,}6^2}{6} = 7{,}253$	572,6 **487,4** 401,8	296,1 **252** 207,8	541,8 **439,3** 375,2
577	Gebrannte Platten; Journ.-Nr. 9307—9313	gelblich-weiß	14,5	14,5	1,14	50	$l = 12$ $W = \frac{14{,}5 \cdot 1{,}14^2}{6} = 3{,}14$	274,5 **215,6** 172,5	263,5 **207** 165,6	266,5 **213,9** 178,5
578	Gebrannte Platten	weiß	14,5	14,5	0,96	50	$l = 12$ $W = \frac{14{,}5 \cdot 0{,}96^2}{6} = 2{,}2272$	217,5 **189,2** 163,5	292,8 **255** 220,2	234,0 **182** 145,0
579	Kunst-Emaille-Steine aus den Freiherr A. von Solemacher'schen Werken in Antweiler	grünlich-hellblau	12,5	7,5	2,6	50	$l = 11{,}5$ $W = 3{,}455$	384,0 **225,8** 142,5	319,5 **188** 118,6	267,0 **209** 128,0
580	Gipsdielen aus der Gipsdielenfabrik von A. & O. Mack zu Ludwigsburg	weiß	110	19,5	7		$l = 90$ $W = \frac{19{,}5 \cdot 7^2}{6} = 159{,}25$	379,0 **296,4** 264,0	53,5 **42** 37,3	
581[1])	Desgl.	„	100	25	7		$l = 90$ $W = \frac{25 \cdot 7^2}{6} = 204{,}167$	280 **216** 177	30,9 **24** 19,5	
582	Schilfbretter, System Girandi, aus der Fabrik von Kupferer, Köster & Co. in Mannheim	weiß	120	20,5	7		$l = 100$ $W = \frac{20{,}5 \cdot 7^2}{6} = 167{,}42$	353,0 **280** 232,5	52,7 **42** 34,7	
583	Desgl.	„	100	20,5	5		$l = 80$ $W = \frac{20{,}5 \cdot 5^2}{6} = 85{,}42$	208,5 **182** 155,0	48,8 **43** 36,3	
584	Desgl.	„	80	20,5	3		$l = 60$ $W = \frac{20{,}5 \cdot 3^2}{6} = 30{,}75$	147,5 **108** 94,5	72,0 **53** 46,1	
585[1])	Desgl.	„	120	20,5	7		$l = 100$ $W = \frac{20{,}5 \cdot 7^2}{6} = 167{,}42$	127,5 **109** 82,5	19,0 **16** 12,3	
586	Gipsdielen aus der Gipsdielenfabrik von A. & O. Mack zu Ludwigsburg	weiß	110	19,5	10		$l = 90$ $W = \frac{19{,}5 \cdot 10^2}{6} = 325$	607,5 **579** 558,0	42,1 **40** 38,6	
587	Gipsdielen mit zwei Langlöchern von je 3,5 cm Durchmesser; desgl.	„	110	19,5	10		$l = 90$ $W = \frac{bh^2}{6} - \frac{2 \cdot \pi d^3}{32} = 316{,}578$	623,5 **532** 464,5	44,3 **38** 33,0	

[1]) Die Probestücke waren 70 Minuten einem starken Holzfeuer ausgesetzt und hierauf plötzlich durch Wasser abgekühlt.

12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Festigkeit					Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala	Wasseraufnahme		Abnutzung				Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
satt	ausgefroren													
	an der Luft		unter Wasser											
$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$	Belastung P in der Mitte	$K=\frac{P.l}{4.W}$				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		
kg/qcm	kg	kg/qcm	kg	kg/qcm	kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
255,9	603,4	246,5	604,0	246,7	1,119	2,348	9	1,2	1,5	4,3	6,3	4,5	6,7	0,032
223	**527,9**	**216**	**542,1**	**221**						3,3		3,7		
202,8	437,6	178,8	472,4	193,0						3,4		3,7		
										3,8		3,8		
										14,8		15,7		
280,1	508,2	262,8	518,0	267,8	1,162	2,415	9	0,60	0,80	3,6	5,4	2,4	4,9	0,024
227	**446**	**231**	**438,1**	**227**						3,1		4,0		
194,0	382,2	197,6	329,0	170,1						3,0		2,6		
										3,3		2,9		
										13,0		11,9		
255,8	247,5	237,6	251,0	241,0	0,471	2,056	8	7,9	8,5	9,2	20,5	8,1	17,2	0,032
205	**211,7**	**203**	**201,3**	**193**						12,1		10,3		
171,4	178,5	171,4	160,0	153,6						10,2		8,8		
										10,7		8,2		
										42,2		35,4		
215,2	210,0	282,9	240,0	323,3	0,382	1,809	8	10,7	11,1	10,8	36,9	11,8	31,1	0,028
245	**178,4**	**240**	**177,2**	**239**						14,7		12,4		
195,3	142,8	192,3	142,4	191,8						17,9		12,5		
										23,4		19,6		
										66,8		56,3		
222,1	251,1	208,9	221,3	184,1	0,507	2,719	7	0,04	0,06	10,6	14,5	11,4	16,0	0,320
174	**207,5**	**173**	**205,5**	**171**						10,0		10,5		
106,5	162,0	134,8	198,0	164,7						9,0		11,8		
										9,7		9,9		
										39,3		43,6		
					12,518									
					14,798									
					14,180									
					9,465									
					4,702									
					12,537									
					16,860									
					14,878									

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
							C. Verschiedene künst-	
588	Temperschlacke; Ursprungsangabe nicht gestattet		5	5	5	25	3055 **2966** 2877	3077 **2986** 2765
589	Desgl.		5	5	5	25	1829 **1713** 1572	1628 **1502** 1405
590	Desgl.		5	5	5	25	2520 **2428** 2297	2498 **2416** 2297
591 [1]	Asphaltsteine mit Basalt, aus der chemischen Fabrik Busse in Linden bei Hannover		7,1	7,1	7,1	50	212,8 **171,7** 112,0	168,0 **130,1** 90,7
592 [1]	Asphaltsteine mit Kalkstein, aus der chemischen Fabrik Busse in Linden bei Hannover		7,1	7,1	7,1	50	211,7 **162,2** 135,5	173,6 **129,6** 90,7
593	Gepreßte Schlackensteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	grau	25	12	6,5	300	85,4 **73** 55,7	65,0 **55** 42,7
594	Schwemmsteine. Antragsteller: Otto Els in Düsseldorf	weißgrau	24,5	11,5	9,5	281,75	25,7 **21** 17,8	
595	Gepreßte Steine aus Fabrikationsrückständen und Braunkohlenasche im Verhältniß 1 : 1 gemischt; Ursprungsangabe nicht gestattet	grau	23	12	6	276	10,9 **9,5** 7,7	
596	Desgl.; im Verhältniß 1 : 2 gemischt	grau	23	12	6	276	8,1 **6,3** 5,0	
597	Desgl.; im Verhältniß 1 : 3 gemischt	grau	23	12	6	276	7,0 **6,6** 5,6	
598	Desgl.; im Verhältniß 1 : 4 gemischt	grau	23	12	6	276	5,0 **4,3** 3,2	

[1]) Die hierfür angegebenen Festigkeitswerthe bedeuten diejenige Belastung, über welche hinaus eine Steigerung des Druckes nicht möglich war. Die Probekörper wurden nicht zerstört, sondern erlitten nur eine bleibende Zusammendrückung und zwar für Nr. 591 von 3,2 mm im Mittel und für Nr. 592 eine solche von 2,7 mm im Mittel.

[2]) Die in Spalte 13 befindlichen Zahlen geben die Wasseraufnahme nach 250 Stunden an.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.				15.
Feſtigkeit		Eigenes Gewicht	Spezifiſches Gewicht	Härte, von der Mohsſchen Skala rigt zuerſt	Waſſer-aufnahme		Abnutzung				Wetter-beſtändig-keit, löslicher Salze
ausgefroren					in 12 Std.	in 125 Std. (ſatt)	Verſuch I		Verſuch II		
an der Luft	unter Waſſer										
kg/qcm		kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
			2,800	9	0,09	0,19	4,1 3,6 4,0 4,0 15,7	5,6			
			3,187	9	0,44	0,62	8,7 8,4 8,6 8,6 34,3	10,8			
			2,846	9	0,18	0,36	4,6 4,4 4,7 4,4 18,1	6,4			
		0,858	2,347		0,23	1,70[3]	31,7 31,9 28,6 28,3 120,5	51,3	27,4 23,5 23,1 22,4 96,4	41,1	
		0,782	2,114		0,13	0,54[3]	13,0 13,9 12,6 11,3 50,8	24,0	17,1 13,6 15,5 16,3 62,5	29,6	
Nach der Beanſpruchung durch Feuer[2]											
langſam abgekühlt	plötzlich abgekühlt										
I. 61,3	52,0	2,952			18,7	20,0					
52	45										
42,7	37,1										
II. 44,5	22,3										
28	17										
13,0	11,1										
		2,242									

liche Materialien.

[2]) Die für die Feuerverſuche benutzten Steine I wurden 1) 2 Stunden auf einem Dampfkeſſel vorgewärmt, 2) 10 Stunden dem Steinkohlenfeuer im Trockenofen bis zur Dunkelroth-Glühhitze ausgeſetzt. Die Steine II wurden 1) 2 Stunden auf einem Dampfkeſſel vorgewärmt, 2) 4 Stunden dem Steinkohlenfeuer im Ofen eines Dampfkeſſels ausgeſetzt und 3) 4 Stunden dem Steinkohlenfeuer an der Feuerbrücke im Ofen eines Dampfkeſſels ausgeſetzt. Von den je 10 Steinen wurden dann fünf Stück langſam an der Luft, die übrigen fünf plötzlich durch Einwerfen in Waſſer abgekühlt.

1.	2.	3.	4.				5.	
			Abmessungen				Dr	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	lufttrocken	wa
			cm			qcm	kg/qcm	
599	Gepreßte Steine aus Fabrikationsrückständen und Braunkohlenasche im Verhältniß 1 : 5 gemischt; Ursprungsangabe nicht gestattet	grau	23	12	6	276	5,6 4,3 3,8	
600 [1]	Theer-Concret-Platten aus der Fabrik von Heinrich Karsten in Hamburg		10	10	6	100	161,5 138 122,5	1 1 1
601	Desgl.		15	15	3,5	225	500,0 432 325,0	4 3 3
602	Desgl.		7,1	7,1	7,1	50	150,8 125 100,8	1 1
603	Künstliche Pflastersteine; Journ.-Nr. 5854—5855	gelb	8,5	8,5	8,5	72,49	3100 2945 2790	
604	Schlackensteine; Ursprungsangabe nicht gestattet	grau	25	11	6,5	275	163,4 125 100,9	
605	Desgl.	grau	25	11,5	6,5	287,5	81,2 65 48,4	
606	Schlackensteine aus der Fabrik der Actien-Gesellsch. Mathildenhütte zu Harzburg. Antr.: Herzogliche Kreis-Direktion in Wolffenbüttel	grauweiß	25	12	6,5	300	185,6 166 144,8	1 1 1
607	Cement-Stampfsteine; Ursprungsangabe nicht gestattet		10	10	10	100	278,5 222 178,2	
608	Cement-Stampfsteine aus 1 Theil Stern-Cement + 3½ Theilen gewaschenem, groben Mauersand		10	10	10	100	289,6 261 239,5	
609	Hochofenschlacke aus dem Werk der Aplerbecker Hütte, Brüggmann, Weyland & Co. in Aplerbeck	grau	5	5	5	25	2051,6 1829 1672,5	1 1 1
610	Klinkerproben-Thonsteine aus der Thonwaarenfabrik von Lamberty, Servais & Cie zu Chrang bei Trier	gelb	5,5	5,5	5,5	30,25	2152,8 1945 1711,2	2 1 1

[1]) Für Proben, welche im Sandbade auf eine Temperatur von 40 ° C. gebracht worden waren, ergab sich die D bei dieser Temperatur bezw. auf 144,8 kg/qcm.
138 „
122,5 „

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.				15.
Druckfestigkeit ausgefroren		Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala zuerst ritzt	Wasseraufnahme		Abnutzung				Wetterbeständigkeit, lösliche Salze
an der Luft	unter Wasser				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		
kg/qcm		kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
		1,309			1,5	2,4					
		1,690			1,3	1,7					
136,6	146,7	0,761			1,7	2,0					
107	**114**										
89,6	89,7										
		1,915	2,482				3,0 3,2 3,0 3,0 12,2	4,9			
		3,541									
		2,960									
Nach der Beanspruchung durch Feuer[2])											
langsam abgekühlt	plötzlich abgekühlt										
131,8	92,8	3,261			23,3	24,3					
119	**88**										
102,1	79,8										
		2,114									
		2,170									
1850,9	1806,3	0,344	2,717	7—8	0,35	0,61	11,8	15,3	9,8	13,5	
1695	**1725**						10,6		8,5		
1583,3	1672,5						8,5		8,4		
							10,6		9,9		
							41,5		36,6		
1968,8	1968,8	0,384	2,338	9	5,0	5,2	10,0	17,2	11,0	21,2	0,212
1761	**1748**						10,4		12,5		
1564,0	1472,0						9,9		12,6		
							10,0		13,5		
							40,3		49,6		

[2]) Die zehn für die Feuerversuche benutzten Steine wurden 1) in einem Trockenofen eine Stunde vorgewärmt, 2) acht Stunden durch Steinkohlenfeuer auf Dunkelroth-Glühhitze erhalten, und hierauf fünf Proben an der Luft langsam, die übrigen fünf Proben durch Einsenkung in Wasser plötzlich abgekühlt.

1.	2.	3.	4.				5.	6.
			Abmessungen				Druck-	
Laufende Nr.	Fabrikationsort resp. Ziegelei	Farbe	Länge	Breite	Höhe	gedrückte Fläche	luftrocken	wassersatt
			cm			qcm	kg/qcm	
611	Hochofenschlackensteine aus den Buderusschen Eisenwerken zu Main-Weser-Hütte bei Gießen	grau	25	12	7	300	98,4 **70** 55,7	94,7 **67** 53,8
612	Cupolschlacke aus der Gußstahlfabrik von Friedr. Krupp zu Essen	grau	5	5	5	25	3122,0 **2935** 2631,4	3122,0 **2882** 2676,0
613	Converterschlacke aus der Gußstahlfabrik von Friedr. Krupp in Essen	grau	5	5	5	25	2787,5 **2440** 1984,7	2854,4 **2395** 2029,3
614	Schlackensteine aus der zu Wehrden a. d. Saar, Bahnstation Hostenbach, gelegenen Fabrik von H. Sandkuhl zu St. Johann a. d. Saar	weißgrau	25	12	6,5	300	245,0 **192** 168,9	185,6 **157** 131,8
615	Schlackensteine aus der Fabrik von Karl Lülf zu M.-Gladbach	dunkelgrau	25	12	7,5	300	39,1 **33** 27,8	29,7 **25** 22,3
616	Rheinische Schwemmsteine. Antr. derselbe	weißlichgrau	25	11,5	7,5	287,50	34,8 **26** 19,3	29,0 **21** 15,5
617	Schlackensteine — Fabrikat der Actien-Gesellschaft Schalker Gruben- und Hütten-Verein zu Hohöfen bei Gelsenkirchen	grau	25	12	6,5	300	102,1 **87** 76,1	
618	Schlackensteine aus der Fabrik von Albrecht Stein & Comp. zu Wetzlar-Bahnhof	grau	25	12	6,5	300	170,8 **148** 126,2	163,3 **146** 129,9

[1]) Die zehn für die Feuerversuche benutzten Steine wurden 1) in einem Trockenofen eine Stunde vorgewärmt, 2) acht Stunden durch Steinkohlenfeuer auf Dunkelroth-Glühhitze erhalten, und hierauf fünf Proben an der Luft langsam, die übrigen fünf Proben durch Einsenkung in Wasser plötzlich abgekühlt.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.				15.
festigkeit					Wasser-aufnahme		Abnutzung				Wetter-beständig-keit, lösliche Salze
ausgefroren		Eigenes Gewicht	Spezifisches Gewicht	Härte, von der Mohs'schen Skala gibt zuerst							
an der Luft	unter Wasser				in 12 Std.	in 125 Std. (satt)	Versuch I		Versuch II		
kg/qcm		kg			%	%	g	ccm	g	ccm	%
74,2	76,1	3,305	1,681	5	18,8	20,6					
63	**64**										
46,4	55,7										
Nach der Beanspruchung durch Feuer[1])											
langsam abgekühlt	plötzlich abgekühlt										
66,8	57,5										
60	**51**										
52,0	46,4										
3211,2	3255,8	0,335	2,614		0,28	0,77	5,0	7,1	3,0	4,9	
2827	**2854**						4,8		3,7		
2453,0	2163,1						4,3		3,0		
							4,5		3,1		
							18,6		12,8		
2765,2	2742,9	0,417	3,307		0,24	0,35	7,5	9,0	6,0	7,1	
2388	**2377**						9,2		6,0		
1984,7	2029,3						7,2		6,0		
							6,0		5,4		
							29,9		23,4		
194,9	241,3	3,901			8,5	9,4					
165	**177**										
142,9	141,1										
Nach der Beanspruchung durch Feuer											
langsam abgekühlt	plötzlich abgekühlt										
200,5	152,2										
173	**126**										
133,6	107,7										
		2,467			30,0	34,0					
		1,585			40,6	51,9					
		3,694									
163,3	155,9	3,970			11,7	12,4					
143	**140**										
126,2	129,9										

Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1889/90 und 1890/91.

Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme.

Die nachfolgenden Zusammenstellungen enthalten die Ergebnisse der Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1889/90—1890/91 als Fortsetzungen der im Heft 1 Jahrgang VIII 1890 dieser Zeitschrift Seite 23—49 (Betriebsjahre 1887/88—1888/89) veröffentlichten Versuche.[1])

Die Untersuchungen sind für sämmtliche nachstehend angegebenen Cemente nach den durch Cirkularerlaß des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 28. Juli 1887 (Vergl. Jahrgang 1888 Heft 1 Seite 27 u. ff. dieser Zeitschrift) eingesetzten Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement behandelt worden. Diesen gemäß erfolgte die Herstellung der Probekörper für die Zug- und Druckfestigkeitsversuche mittelst des Normal-Hammerapparates. Die Probekörper erhärteten, gegen zu schnelle Verdunstung geschützt, die ersten 24 Stunden auf nicht absaugender Unterlage an der Luft. Die Zugprobekörper (mit 5 qcm Zerreißungsquerschnitt) wurden unmittelbar nach dem Einschlagen und erfolgter Glättung von der Form befreit, während die Druckproben (Würfel mit 50 qcm Fläche) nach erfolgter Glättung die ersten 20—24 Stunden an der Luft in der Form erhärteten und hierauf den Formen entnommen mit den Zugproben zugleich unter Wasser von durchschnittlich + 17 C° gebracht wurden.

Ein Liter des zu den Mörtelproben verwendeten Normalsandes wog eingerüttelt 1,64 und eingelaufen 1,41 kg. Die Korngrößen des Normalsandes sind so beschaffen, daß er durch ein Sieb mit 60 Maschen auf den Quadratcentimeter vollständig hindurchgeht und auf einem solchen von 120 Maschen auf den Quadratcentimeter liegen bleibt.

Die Untersuchungen zeigen, daß den Normen nicht genügten d. h. weniger als 16 kg Zugfestigkeit bezw. 160 kg/qcm Druckfestigkeit für die Mörtelproben aus 1 Gewichts-Theil Cement + 3 Gewichts-Theile Normalsand ergaben:

im Betriebsjahre	1889/90	1890/91
für Zug . . .	27	16 Cemente
von bezw. . . .	99	112 Cementen,
für Druck . . .	16	28 Cemente
von bezw. . . .	84	85 Cementen,

welche für 28 Tage alte Normenproben geprüft wurden.

Aus der Betrachtung der nachstehenden Zusammenstellung ergiebt sich ferner die Thatsache, daß eine große Anzahl von Prüfungs-Anträgen, besonders seitens der Behörden, sich, abgesehen von der Bestimmung der allgemeinen Eigenschaften, nur auf die Ermittelung der Zugfestigkeit bezieht, während diejenige auf Druckfestigkeit nicht gefordert wurde. Hierdurch entsteht natürlich eine wesentliche Lücke für die Beurtheilung der fraglichen Cemente und zwar um so mehr als dadurch den durch die Normen vorgeschriebenen Anordnungen nur zum Theil genügt wird. Bei Ausführung der Cement-Untersuchungen ist nämlich, wie auch aus den ermittelten Ergebnissen ersichtlich ist, häufig, die Erfahrung gemacht worden, daß Cemente, welche bezüglich ihrer Zugfestigkeit den Normen (16 kg/qcm) genügen, in der Druckfestigkeit

[1]) Vergleiche auch „Mittheilungen" Heft 4 Jahrgang II 1884 Seite 129—143, Heft 1 Jahrgang III 1885 Seite 15—22, Heft 2 Jahrgang V 1887 Seite 120—145.

(160 kg/qcm) weit hinter ihnen zurückblieben. Dieselbe Erscheinung ist bei mehreren Cementen zu Tage getreten, deren Untersuchung sich dem Antrage gemäß nur auf die Ermittelung der Zugfestigkeit beschränken sollte, in der That jedoch seitens der Prüfungs-Station gleichzeitig auf die Bestimmung der Druckfestigkeit (privatim) ausgeführt wurde. Die hierbei ermittelten Resultate konnten natürlich den amtlichen Prüfungs-Dokumenten nicht beigefügt und auch in diesen Mittheilungen nicht veröffentlicht werden; sie finden sich daher nur in den Protokollen der Station verzeichnet.

Aus obiger Thatsache geht nun hervor, daß die Prüfung auf Zugfestigkeit allein keinen Maßstab für die Werthstellung und Beurtheilung der Cemente geben kann, daß somit eine Untersuchung, deren Anordnung sich nicht auf die Prüfung beider Festigkeiten erstreckt, unvollkommen und unzureichend genannt werden muß. Bezüglich der Volumenbeständigkeit der geprüften Cemente wird bemerkt, daß im Betriebsjahre 1889/90 nur zwei Cemente die einschlägigen Proben nicht bestanden, während im Betriebsjahre 1890/91 die geprüften Cemente sämmtlich sich als volumenbeständig erwiesen.

Unter Hinzunahme der Ergebnisse der Prüfungen auf Feinheit der Mahlung der untersuchten Cemente ergiebt sich folgende statistische Zusammenstellung, aus welcher hervorgeht, daß die Cemente aus beiden Betriebsjahren in der Mahlung einander ziemlich gleich sind, ferner daß die Cemente aus dem Jahre 1890/91 diejenigen des Jahres 1889/90 in den Zugfestigkeitswerthen übertreffen, während die Werthe der ersteren für Druckfestigkeit eine merkliche Abnahme zeigen.

Vergleich über die Eigenschaften der Cemente.

Betriebsjahr	Gesammtzahl der geprüften Cemente	Anzahl der auf 28 Tage-Festigkeit geprüften Cemente	Zugfestigkeit						Druckfestigkeit						Anzahl der auf Mahlung geprüften Cemente	900-Maschensieb					
			unter 16		zwischen 16 u. 20		über 20		unter 160		zwischen 160 u. 170		über 200			über 20		zwischen 20 u 10		unter 10	
			Kilogramm für den Quadratcentimeter													Procent Rückstand					
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1889/90	113[1]	105[3]	27	27,3	38	38,4	34	34,3	16	19,0	25	29,8	43	51,2	113	—	—	3	2,7	110	97,4
1890/91	119[2]	113[4]	16	14,3	43	38,4	53	47,3	28	32,9	26	30,6	31	36,5	119	—	—	—	—	119	100

[1]) Die 113 Cemente enthalten 8 Cemente, für welche die 28 Tags-Festigkeitsproben nicht ausgeführt wurden.
[2]) „ 119 „ „ 6 solcher Cemente.
[3]) „ 105 „ „ 78 auf Zug und Druck geprüfte Cemente, 21 auf Zug und 6 auf Druck.
[4]) „ 113 „ „ 84 „ „ „ „ „ „ „ 28 „ „ „ 1 „ „

Cementuntersuchungen aus den Betrieb

Bemerkungen: Die obere Zahl in Spalte 7 bedeutet den Erhärtungsanfang. Die fettgedruckten Zahl
Werthen f

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probemach war die Temperatur der Luft C°	Beim Probemach war die Temperatur des Anmachewassers C°	Feu tigk de Lu %
	Cemente aus de									
1	„Cement." Ursprungsangabe nicht gestattet .	1,992	1,319	32	26	3 6	3,0	18,1	15,3	65
2	Journ.-Nr. 7368	1,702	1,078	42	36	1¾ 5¼	3,4	18,6	15,4	65
3	Portland-Cement des Portland-Cementwerkes Heidelberg, vorm. Schifferdecker & Söhne in Heidelberg	1,767	1,164	35	27,8	4 7½	1,0	18,2	15,4	62
4	Portland-Cement. Journ.-Nr. 7376 . . .	1,921	1,284	32	25,8	10 Min. 15 Min.	12,5	18,5	15,4	62
5	Portland-Cement der U. Roth'schen Dampfziegelei und Cementfabrik zu Cönnern, Saalestrecke .	1,884	1,285	33	26,6	16 Min. 45 Min.	9,0	18,3	15,2	62
6	Portland-Cement. Journ.-Nr. 7379 . . .	1,903	1,260	33	27	2¾ 6	3,0	18,3	15,4	65
7	Portland-Cement der Portland-Cementfabrik „Germania," H. Manske & Co. in Lehrte .	1,987	1,384	30	26	3 9½	2,0	18,8	15,4	64
8	Puzzolan-Cement aus der Fabrik zu Dornap. Antr. Centralbahnhof Düsseldorf	1,331	0,830	51	40	8 13	1,0	18,3	15,4	64
9	Cement des Bonner Bergwerks- u. Hütten-Vereins Aktien-Gesellschaft zu Obercassel bei Bonn .	1,865	1,228	37	30,8	58 Min. 1¹¹/₁₂	5,5	18,3	15,8	61

[1]) Spalte 14 und 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 90 Tagen an.
[2]) „ 15 „ 20 „ „ „ „ „ 365 „ „
[3]) „ 19 „ 20 „ „ „ „ einer Mischung in 1 : 4 an.
[4]) „ 19 „ „ „ „ „ „ „ 1 : 4 nach 90 Tagen an.
[5]) „ 20 „ „ „ „ „ „ „ 1 : 4 „ 365 „ „
[6]) „ 19 „ 20 „ „ „ „ „ „ 1 : 5 an.
[7]) „ 19 „ „ „ „ „ „ „ 1 : 5 nach 90 Tagen an.
[8]) „ 20 „ „ „ „ „ „ „ 1 : 5 „ 365 „ „
[9]) „ 19 „ 20 „ „ „ „ „ „ 1 : 6 an.

hren 1889/90 und 1890/91.

stammen Druckversuchen mit Würfeln von 50 qcm Fläche und entsprechen den darunter stehenden Zugproben.

12.					13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei					Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
Maschen auf den qcm								Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
betriebsjahre 1889/90.														
					16,50	**380,7**	**460,7**		**2,208**	**9,75**	**155,0**	**200,3**		**2,248**
3,0	0,2	0,0			16,50	40,43	49,93	2,211		9,75	15,50	18,33	2,254	
										10	**285,2**	**346,1**		**2,268**
4,0	0,1	0,0								10	21,30	25,80	2,268	
3,0	4,0	1,0	0,0							10	15,53	19,70	2,225	
2,0	3,0	1,0	0,0							10		14,63	2,225	
4,0	1,0	0,2	0,0							10		17,48	2,239	
										10		**203,8**		**2,220**
3,0	5,0	1,0	0,2	0,0						10		19,93	2,225	
					15,50	**559,2**	**637,8**		**2,231**	**9,50**	**202,7**	**238,1**		**2,231**
8,0	0,2	0,0			15,50	53,15	69,05	2,239		9,50	17,35	20,38	2,239	
					15,50	**670,1** [1])	**889,3** [2])		**2,231**	**9,50**	**304,2** [1])	**354,7** [2])		**2,231**
					15,50	71,80[1])	73,48[2])	2,239		9,50	23,95[1])	27,50[2])	2,239	
										8,75	**126,6** [3])	**146,9** [4])		**2,166**
										8,75	13,23[3])	15,38[4])	2,169	
										8,75	**195,7** [3])	**230,2** [4])		**2,166**
										8,75	17,50[3])	21,30[4])	2,169	
										8,25	**79,8** [5])	**117,9** [6])		**2,037**
										8,25	9,53[5])	12,13[6])	2,042	
										8,25	**123,7** [5])	**155,3** [6])		**2,037**
										8,25	13,43[5])	16,18[6])	2,042	
										8	**52,0** [7])	**75,7** [8])		**2,006**
										8	7,13[7])	9,43[8])	2,014	
										8	**99,2** [9])	**125,8** [11])		**2,006**
										8	10,88[9])	14,00[11])	2,014	
5,0	2,0	0,5	0,0							9,50	11,88[12])	17,45[12])	2,211	
					19	**320,3**	**417,5**		**2,107**	**9,25**	**147,5**	**212,1**		**2,239**
5,0	0,0				19	37,48	45,85	2,113		9,25	14,40	19,23	2,246	
					19	**515,4** [13])			**2,107**	**9,25**	**298,5** [13])			**2,239**
					19	49,98[13])		2,113		9,25	24,98[13])		2,246	
										8,75	**154,6** [14])	**217,5** [15])		**2,169**
										8,25	**104,0** [16])	**145,2** [17])		**2,099**

[1]) Spalte 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit einer Mischung in 1 : 6 nach 90 Tagen an.
[2]) „ 20 „ „ „ „ „ „ „ 1 : 6 „ 365 „ „
[3]) „ 19 und 20 „ Zugfestigkeit einer Mischung in 1 : 2 Vol.-Thl.
[4]) „ 14 „ 19 „ Zug- resp. Druckfestigkeit nach 90 Tagen an.
[5]) „ 19 „ Druckfestigkeit einer Mischung in 1 : 4 nach 28 Tagen an.
[6]) „ 20 „ „ „ „ „ 1 : 4 „ 90 „ „
[7]) „ 19 „ „ „ „ „ 1 : 5 „ 28 „ „
[8]) „ 20 „ „ „ „ „ 1 : 5 „ 90 „ „

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für sirupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probemachen war die Temperatur der Luft C°	Beim Probemachen war die Temperatur des Anmachewassers C°	Beim Probemachen war die Feuchtigkeit der Luft %
10	Portland-Cement des Portland-Cementwerkes Kirchdorf, Hofmann & Co. zu Kirchdorf, Oberöst.	1,943	1,307	31	25	15 Min. 40 Min.	7,4	18,4	15,8	64
11	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	1,887	1,281	32	26,8	3 1/3 6	2,7	18,4	15,3	63
12	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Evers & Co. in Kopenhagen	1,779	1,168	36	31	5 Min. 2	8,0	18,3	15,6	65
13	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,920	1,261	33	26	20 Min. 40 Min.	7,0	18,4	16,5	62
14	Puzzolan-Cement der Cementfabrik Victoria in Berlin. Antr.: Abth.-Baumeister Schorre zu Cöthen	1,360	0,875	58	46	4 11 1/2	1,4	18,4	15,8	64
15	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Abth.-Baumeister Schorre zu Cöthen	1,195	0,745	67	52,5	2 12	1,7	18,3	15,8	65
16	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Abth.-Baumeister Schorre zu Cöthen	1,832	1,233	34	28,5	33 Min. 1 2/3	2,0	18,2	15,7	64
17	Puzzolan-Cement. Ursprungsangabe nicht gestattet	1,381	0,910	53	41,7	4 9	0,4	18,6	15,5	64
18	Cement des Portland-Cementwerkes Heidelberg zu Heidelberg	1,759	1,160	35	28,5	2 Std. 35 Min. 6	1,1	18,2	15,4	65
19	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Axel Prior in Kopenhagen	1,889	1,263	34	29,8	2 3/4 8 1/2	2,3	18,4	15,5	65
20	Roman-Cement aus der Fabrik in Lichtenau, Reg.-Bez. Cassel, Julius Diß in Düsseldorf	1,305	0,838	52	39,5	18 Min. 33 Min.	7,2	18,4	15,6	64
21	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Reichstagsbauverwaltung in Berlin	1,395	0,879	54	42,5	2 8 1/3	2,2	18,6	15,6	62
22	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7506	2,044	1,462	32	25	10 Min. 1 1/6	4,5	18,5	15,4	64
23	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,790	1,218	37	29,3	1 1/4 2 5/12	2,4	18,8	15,6	65
24	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,645	1,135	43	33,8	3 1/3 5 1/3	0,9	18,9	15,6	65
25	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7540	1,888	1,270	33	25,8	1 3	3,4	18,9	16,8	65
26 [1]	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7543	1,860	1,245	34	26,6	2 1/4 4	1,3	19,2	16,9	65
27	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,955	1,246	35	27,7	1 1 3/4	13,8	18,2	17,2	69
28	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7590	2,000	1,240	34	27,5	4 7 1/6	2,0	18,2	17,2	69
29	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,799	1,196	33	26,9	7 Min. 35 Min.	5,2	18,4	17,2	69
30	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,847	1,212	35	26,8	5 Min. 15 Min.	4,8	18,6	17,2	69
31	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,860	1,296	35	27	6 Min. 14 Min.	8,8	18,6	17,3	69
32	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7594	1,903	1,263	34	27,0	3 1/6 7	3,0	18,2	17,1	68

[1] Volumenbeständigkeit bei Nr. 26 nicht vorhanden.

12.			13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
hlung. ände bei			Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalſand				
500	324	180	Waſſer in den Cement-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Waſſer in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
uf den qcm						Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$
%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
								9		**254,9**		**2,237**
			16	39,35		2,225		9	16,50	21,85	2,239	
			16,50	**303,9**	**378,8**		**2,206**	**9**	**128,0**	**177,4**		**2,237**
1,0	0,1	0,0	16,50	36,00	42,95	2,211		9	12,60	16,28	2,239	
								10	17,73		2,268	
0,4	0,0							10		15,73	2,225	
								10		**203,3**		**2,220**
0,0								10		21,30	2,225	
										303,2		**2,206**
								11		28,15	2,211	
								9,75		**173,2**		**2,237**
0,6	0,0							9,75		16,23	2,239	
								10	**92,7**	**139,2**		**2,211**
0,0								10	10,55	16,15	2,211	
0,8	0,1	0,0						8	14,97	19,85	2,225	
0,6	0,0							9,50	14,35		2,225	
2,0	0,0							10,50	5,51	14,33	2,254	
								10,50		**225,7**		**2,234**
0,1	0,0							10,50		22,05	2,239	
			16,50	**179,9**	**244,4**		**2,237**	**9,50**	**51,4**	**91,5**		**2,177**
7,0	1,5	0,0	16,50	21,20	28,38	2,239		9,50	6,20	9,80	2,183	
								9,75		**161,9**		**2,228**
0,2	0,0							9,75		15,03	2,232	
								10		**83,6**		**2,220**
2,0	0,7	0,0						10		11,98	2,225	
								9,25	**142,4**	**184,9**		**2,234**
0,9	0,3	0,0						9,25	13,40	15,78	2,239	
1,0	0,3	0,0						9,50		10,70	2,225	
								9,75	**155,5**	**227,4**		**2,265**
								9,75	15,48	21,55	2,268	
0,2	0,1	0,0						9,50	13,93	17,90	2,254	
								9,50		**192,9**		**2,220**
0,5	0,1	0,0										
								9,50		**185,1**		**2,254**
0,3	0,0											
								9,75		**198,1**		**2,231**
0,3	0,0											
								9,50		**253,2**		**2,217**
0,9	0,2	0,0										

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probem war die Temperatur der Luft C°	Temperatur des Anmachewassers C°	
33	Raschbindercement der Hannoverschen Portland-Cementfabrik, Actiengesellschaft zu Misburg bei Hannover	1,929	1,271	35	30	5 Min. 25 Min.	7,6	18,9	17,1	6
34	Cement; Journ.-Nr. 7596	1,657	1,129	40	31,5	5 Min. 15 Min.	12,7	18,6	17,2	6
35	Langsambindercement der Hannoverschen Portland-Cementfabrik Actiengesellschaft zu Misburg bei Hannover	1,786	1,168	36	28,8	1 3½	4,5	18,8	17,1	6
36	Cement. Antr.: Dücker & Co., Betonbaugesellschaft zu Düsseldorf	1,899	1,293	33	27,0	3⅓ 7	1,3	18,8	17,2	6
37	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7736 . . .	1,859	1,282	36	29	5⅙ 9	1,8	18,2	15,9	6
38	Cement; Journ.-Nr. 7737	1,914	1,276	33	27,0	10 Min. 40 Min.	7,1	18,2	16,0	6
39	Cement von den Oppelner Portland-Cementfabriken vorm. F. W. Grundmann in Oppeln. Antr.: Kgl. Eisenbahn-Betriebsamt Berlin-Stettin zu Stettin	1,777	1,189	37	28,8	4⅓ 8	0,8	18,4	16,5	6
40	Cementprobe aus der Stern-Cementfabrik in Stettin. Antr.: Dücker & Co. in Düsseldorf	1,938	1,308	32	26	18 Min. 1½	6,6	18,8	16,2	6
41	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,889	1,321	35	27,8	4 Min. 28 Min.	9,0	18,6	16,4	6
42	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet .	1,803	1,230	33	27,5	8 Min. 30 Min.	8,5	18,2	17,3	6
43	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet .	1,758	1,140	35	28	2⅔ 5¾	4	18,9	17,4	6
44	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,975	1,308	33	27	3⅚ 7	4,2	18,4	17,2	6
45	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,888	1,198	35	28,3	3½ 6½	3,2	18,5	17,2	6
46	Portland-Cement; Journ.-Nr. 7841 . . .	1,918	1,260	32	26,5	3⅔ 7	2,4	18,6	17,4	6
47	Cementprobe ohne Ursprungsangabe. Antr.: Abth.-Baumeister Stimm zu Walsrode .	2,040	1,404	31	24,8	3 5	1,0	18,8	17,5	6
48	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	1,966	1,245	34	27,2	2 4	4,0	18,3	17,1	6
49	Cement von der Portland-Cementfabrik Germania in Lehrte. Antr.: Kgl. Fortifikation in Wilhelmshaven	1,942	1,273	34	28,8	4 6½	2,6	18,6	17,2	6
50	Portland-Cementprobe ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Ober-Ingenieur der Kanalisation Frings in Düsseldorf	1,935	1,312	36	29,5	5¼ 10	1,6	18,4	17,2	6

[1]) Spalte 20 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 100 Tagen an.

12.			13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
hlung. ände bei			Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
500	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
uf den qcm						Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
								9,50		**204,7**		**2,265**
0,3	0,0							9,50		19,25	2,268	
								9,50		**311,5**[1]		**2,265**
								9,50		25,70[1]	2,268	
								10	**173,3**	**247,4**		**2,239**
0,2	0,0							10	16,43	23,73	2,239	
								10		**293,2**		**2,248**
								10		23,18	2,254	
								10		**436,4**[1]		**2,248**
								10		28,93[1]	2,254	
0,0								9,50		18,83	2,225	
								9,50		29,80[2]	2,225	
0,0								**10**	**132,8**	**185,1**		**2,220**
								10	14,88	19,20	2,225	
0,2	0,0							**9,25**	**116,2**	**168,1**		**2,223**
								9,25	11,20	18,90	2,225	
								9,75	**234,4**	**309,1**		**2,248**
0,0								9,75	17,65	20,48	2,254	
0,0								9,25		20,55	2,225	
								9,25		31,58[2]	2,225	
								10,25	**88,7**	**162,7**		**2,223**
0,5	0,0							10,25	8,38	14,55	2,225	
								9,50	**129,3**	**195,4**		**2,234**
0,1	0,0							9,50	12,98	18,25	2,239	
								9,50	**192,0**	**275,2**		**2,248**
0,5	0,1	0,0						9,50	19,53	22,80	2,254	
								10	**164,4**	**226,5**		**2,225**
1,0	0,3	0,0						10	16,23	19,60	2,225	
								10	**205,6**	**274,3**		**2,251**
								10	19,48	24,98	2,254	
								9,50	**103,2**	**145,5**		**2,220**
2,0	1,0	1,0						9,50	11,23	14,55	2,225	
3,0	4,0	0,1						9,50	5,70	7,95	2,197	
			18	**358,4**	**460,1**		**2,208**	**10**	**159,2**	**238,2**		**2,254**
0,1	0,0		18	35,35	42,93	2,211		10	14,60	19,33	2,254	
			17,50	**339,4**	**432,3**		**2,186**	**10**	**141,2**	**210,7**		**2,248**
			17,50	31,48	39,78	2,190		10	15,30	19,33	2,254	
								10	**104,3**	**157,7**		**2,265**
0,2	0,0							10	10,63	15,65	2,268	

Spalte 20 giebt Zugfestigkeit für Proben, welche den ersten Tag an der Luft, 6 Tage unter Wasser, die übrige Zeit an erhärteten, an.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probeme war die Temperatur der Luft C°	Beim Probeme war die Temperatur des Anmachewassers C°	
51	Portland-Cement der Portland-Cementfabrik Blaubeuren, Gebrüder Spohn zu Blaubeuren	2,025	1,403	33	27	4¼ 8	2,0	18,6	17,2	6
52	Portland-Cement der Portland-Cementfabrik von C. H. Böcking & Dietzsch zu Malstadt bei Saarbrücken linksrh.)	1,842	1,202	34	27	3 6	1,8	18,6	17,1	6
53	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,945	1,260	33	27	15 Min. 30 Min.	9,2	18,6	17,3	7
54	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,812	1,188	36	28,8	1 3¾	2,3	18,6	17,2	6
55	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,812	1,138	35	28,5	3 Min. 30 Min.	10,2	18,7	17,2	6
56	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,852	1,215	35	28,6	1⅔ 2⅝	5,2	18,8	17,2	6
57	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,738	1,175	36	29,5	7 Min. 23 Min.	13,2	18,7	17,4	6
58	Cement; Journ.-Nr. 7940	1,820	1,205	34	27	50 Min. 1½	5,7	18,6	17,2	6
59	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,032	1,346	32	25,0	10 Min. 40 Min.	9,2	18,8	17,2	6
60	Roman-Cem. d. Neu-Saratower Cementfabr. in Neu-Saratowka bei St. Petersburg, welche der Gesellsch. d. N.-Sarat. Cementfabr. A. B. Ehlers & Co. in St. Petersburg gehört	1,400	0,885	54	41,5	25 Min. 1½	4,5	18,2	17,2	6
61	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,812	1,195	36	29	1 5⅓	2,8	18,8	17,3	6
62	Cement der Hann.-Portl.-Cementfabr. Act.-Ges. (vorm. Kuhlemann & Meyerstein) in Hannov. Antr.: Kgl. Fortifikation in Köln a. Rh.	1,785	1,175	36	30	11/12 2¼	1,1	18,8	17,3	6
63	Cement; Journ.-Nr. 8007	1,494	0,895	47	36	4⅓ 12	1,0	18,6	17,3	6
64	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8008	1,945	1,294	32	26	6⅙ 9	1,0	18,6	17,1	6
65	Desgl.; Journ.-Nr. 8009	1,997	1,315	33	26,4	3½ 6	2,4	18,6	17,3	6
66	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,989	1,325	32	25,2	9 Min. 25 Min.	7,2	18,5	17,2	6
67	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,923	1,308	32	25,4	5 8	1,0	18,3	17,1	6
68	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,804	1,155	36	29,6	1⅓ 5	4,4	18,4	17,1	6

[1]) Spalte 15 und 20 giebt Zug resp. Druckfestigkeit nach 365 Tagen an.
[2]) Spalte 14 und 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 1 Tage an.

12. Mahlung. Rückstände bei					13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
					Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
0	900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
Maschen auf den qcm								Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
					17	**534,7**	**630,0**		**2,225**	**10**	**176,3**	**260,9**		**2,251**
0	1,0	0,1	0,0		17	47,40	56,53	2,225		10	17,68	20,95	2,254	
					17		**843,3** [1]		**2,225**	**10**		**369,3** [1]		**2,251**
					17		64,73 [2]	2,225		10		29,10 [2]	2,254	
										9,75	**143,7**	**221,1**		**2,248**
0	0,0									9,75	14,80	18,85	2,254	
										9,50	**165,7**	**236,5**		**2,248**
0	0,5	0,0								9,50	15,60	20,73	2,254	
										10	**160,8**	**257,3**		**2,251**
0	1,0	0,0								10	15,45	20,58	2,254	
										10	**166,0**	**232,7**		**2,208**
0	5,0	1,0	0,1	0,0						10	14,60	18,75	2,211	
										10	**148,4**	**235,8**		**2,251**
0	3,0	1,0	0,0							10	15,15	20,60	2,254	
										9,75	**162,9**	**234,6**		**2,265**
0	0,5	0,0								9,75	14,90	19,65	2,268	
										9,75	**118,2**	**178,0**		**2,223**
0	8,0	2,0	1,0	0,6						9,75	13,18	17,70	2,225	
					16	**428,4**	**610,5**		**2,220**	**9,50**	**154,1**	**235,1**		**2,237**
0	2,0	0,1	0,0		16	44,13	53,70	2,225		9,50	15,35	18,28	2,239	
					24,5	**42,3** [1]			**1,958**	**12**	**11,4** [1]			**2,180**
0	8,0	2,0	1,0	0,0	24,5	6,05 [2]		1,958		12	1,18 [2]		2,183	
					24,5	**119,4**	**217,7**		**1,958**	**12**	**42,6**	**77,5**		**2,180**
					24,5	18,55	26,20	1,958		12	5,65	10,85	2,183	
					24,5	**49,5** [1]			**1,958**	**12**	**13,3** [1]			**2,180**
					24,5	8,90 [2]		1,958		12	2,00 [2]		2,183	
					24,5	**127,2** [1]	**248,6** [1]		**1,958**	**12**	**52,6** [1]	**96,8** [1]		**2,180**
					24,5	26,10 [2]	38,15 [2]	1,958		12	10,60 [2]	14,60 [2]	2,183	
										10	**123,0**	**170,1**		**2,248**
0	1,0	0,3	0,0							10	13,30	17,78	2,254	
										10		**158,6**		**2,234**
0	2,0	0,6	0,1	0,0										
										10	**90,6**	**189,1**		**2,248**
0	0,4	0,0								10	11,75	21,18	2,254	
										9,5	**103,2**			**2,217**
0	8,0	3,0	1,0	0,0										
										9,5	**101,2**			**2,214**
0	8,0	3,0	2,0	0,6										
										9,5	**86,1**	**153,0**		**2,223**
0	6,0	3,0	1,5	0,9						9,5	9,95	16,15	2,225	
										9,5	**92,7**	**151,8**		**2,237**
0	0,6	0,0								9,5	10,35	15,63	2,239	
										10	**145,8**	**223,8**		**2,206**
0	6,0	1,0	0,1	0,0						10	15,48	22,15	2,211	

[1] Spalte 14 und 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 1 Tage für Proben, welche nur an der Luft erhärteten, an.
[2] Spalte 14, 15 u. 19 u. 20 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit für Proben, welche nur an der Luft erhärteten, an.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für sirupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probem war die Temperatur der Luft C°	Temperatur des Anmachewassers C°	
69	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8041	1,910	1,308	34	29,4	12 Min. 45 Min.	5,6	18,4	17,1	6
70	Cement a. d. Portl.-Cementfabr. Alt Hemmoor. Antr.: Portl.-Cementfabr. „Germania" H. Manske & Co. in Lehrte	1,915	1,255	33	27,0	2⅔ 6	4,2	18,1	17,0	6
71	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,761	1,176	38	30,5	3⅓ 6	1,6	18,6	17,1	6
72	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8082	1,954	1,318	33	26	1½ 4	1,8	18,4	17,2	69
73	Cement aus der Mannheimer Cementfabrik. Antr.: Bauunternehmung der Neckarbrücke zu Mannheim	1,886	1,240	33	28,4	5⅚ 8	3,2	18,5	16,9	68
74	Cement a. d. Hannov. Portl.-Cementfabr. in Hannover. Antr.: Portl.-Cementfabr. „Germania" H. Manske & Co. in Lehrte	1,875	1,237	35	28,6	2 3	1,2	18,6	17,2	69
75	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Bonner Bergwerks- und Hütten-Verein, Act.-Ges. zu Obercassel bei Bonn	1,879	1,162	39	33,5	3½ 6¼	5,6	18,4	16,8	69
76	Cement des Pommersch. Ind.-Ver. in Stettin. Antr.: Kgl. Eisenbahn-Betriebsamt Berlin-Stettin zu Stettin	1,835	1,777	36	30	4⅓ 7	3,8	18,6	16,8	69
77	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8145	1,847	1,240	35	29,5	2¾ 3½	1,2	18,9	17,1	68
78	Cement aus der Portl.-Cementfabr. Hemmoor (vorm. J. H. Hagenah). Antr.: Portland-Cementfabr. „Germania" H. Manske & Co. in Lehrte	1,888	1,207	34	27,2	3½ 6½	4,2	18,3	17,2	69
79	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	1,916	1,230	33	27,3	3⅓ 6	2,6	18,9	17,2	69
80	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr: Portl.-Cementwerk „Heidelberg" vorm. Schifferdecker & Söhne in Heidelberg	1,823	1,160	35	29	2¼ 7¼	2,0	18,8	17,2	69
81	Cement; Journ.-Nr. 8226	1,967	1,332	33	27,6	5 Min. 15 Min.	8,4	18,8	17,1	69
82	Desgl.; Journ.-Nr. 8227	2,032	1,385	33	25,5	1⅙ 3	1,3	18,4	17,1	69
83	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Bonner Bergwerks- und Hütten-Verein, Act.-Ges. zu Obercassel bei Bonn	1,925	1,302	34	27,5	1½ 4	3,6	18,8	16,6	68
84	Portland-Cement; Journ.-Nr 8250	1,927	1,305	35	28,8	1½ 2¾	2,0	18,6	16,8	69
85	Langsam bindender Portl.-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,038	1,356	29	23,8	5¼ 7¾	4,0	18,6	16,8	68
86	Schnell bindender Portl.-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,943	1,309	33	26,6	6 Min. 35 Min.	8,0	18,8	16,7	68
87	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,032	1,447	32	27	40 Min. 4	2,0	18,8	16,8	69

[1]) Die Proben wurden auf besonderen Antrag mit 8 % Wasser hergestellt.

12. Mahlung. Rückstände bei				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
							Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$
Maschen auf den qcm					7 Tage	28 Tage				7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%	%					%				
									10	**110,1**	**173,3**		**2,248**
1,0	0,0								10	11,98	16,38	2,254	
									10	**120,4**	**186,9**		**2,223**
6,0	2,0	1,0	0,0						10	12,10	16,13	2,225	
				19,5	**265,7**	**369,7**		**2,107**	**10**	**143,1**	**193,8**		**2,237**
0,5	0,0			19,5	30,60	35,38	2,113		10	13,40	17,53	2,239	
15,0	6,0	1,0	0,0						9,75	8,68	12,80	2,211	
									10	**158,6**	**202,6**		**2,239**
1,0	0,3	0,0							10	17,45	18,35	2,239	
									10	**147,7**	**218,0**		**2,248**
2,0	0,6	0,3	0,0						10	14,20	18,55	2,254	
									10	**146,9**	**197,6**		**2,223**
0,0									10	14,15	20,55	2,225	
									10	**159,8**	**223,8**		**2,237**
5,0	1,0	0,1	0,0						10	14,93	20,25	2,239	
									10	**94,1**	**146,6**		**2,248**
1,0	0,3	0,1	0,0						10	12,00	17,10	2,254	
3,0	0,7	0,4	0,0						10	15,83	19,05	2,211	
				17,5	**407,2**	**500,8**		**2,197**	**10**	**181,9**	**239,6**		**2,262**
1,0	0,1	0,0		17,5	42,48	50,90	2,197		10	17,85	21,38	2,268	
									8		**218,9** [1]		**2,254**
0,8	0,2	0,0							8	16,70 [1]	22,58 [1]	2,254	
5,0	2,0	1,0	0,2	18	29,40	36,68	2,155		10	9,78	14,30	2,225	
1,0	0,4	0,0		16,5	21,08	26,43	2,225		10	8,00	10,90	2,239	
1,0	0,2	0,0							10	11,25	13,68	2,239	
									10	**141,6**	**208,3**		**2,231**
3,0	1,5	1,0	0,2										
				15	**337,6**			**2,248**	**9,50**	**118,2**	**164,1**		**2,239**
2,0	0,6	0,0		15	37,78		2,254		9,50	11,55	14,33	2,239	
				17,5	**229,4**			**2,107**	**10**	**108,1**	**160,2**		**2,237**
0,4	0,0			17,5	28,93		2,113		10	9,65	14,34	2,239	
									10	**102,8**	**146,8**		**2,237**
0,2	0,0								10	13,23	17,58	2,239	

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes		Wasser im reinen Cement		Abbindezeit	Temperatur-Erhöhung	Beim Probemachen war die		
		eingerüttelt	eingelaufen	für syrupartige Konsistenz	beim Abbinden auf Glas			Temperatur der Luft	Temperatur des Anmachewassers	Feuchtigkeit der Luft
		kg/Liter		%	%	Std.	C°	C°	C°	%
88	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,939	1,316	34	28,8	1½ 5½	3,2	18,9	16,8	69
89	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8295	1,771	1,165	36	27,8	5¾ 12	1,0	18,8	17,2	69
90	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8303	1,868	1,200	34	28,5	1¼ 4	5,0	18,5	17,2	69
91	Portland-Cement der Fabrik „Stern" von Toepfer, Grawitz & Co. in Stettin. Antr.: Henri Humbert in Berlin	2,004	1,348	31	27	3½ 6	3,6	18,9	17,3	69
92	Portl.-Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Portland-Cementwerk „Heidelberg" vorm. Schifferdecker & Söhne in Heidelberg	1,710	1,110	36	29,2	4¾ 9	1,2	18,3	16,9	69
93	Borwohler Portland-Cement. Antr.: Kgl. Abth.-Baumeister Baltzer zu Köln	1,818	1,267	35	29,8	3 6¾	0	18,8	17,1	69
94	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8324	1,938	1,322	33	27,8	9 Min. 30 Min.	7,0	18,3	17,1	68
95	Desgl.; Journ.-Nr. 8325	1,993	1,370	32	25,8	3½ 7	1,6	18,4	17,1	68
96	Desgl.; Journ.-Nr. 8326	1,750	1,134	37	31,5	2 Min. 12 Min.	12,4	18,6	17,4	69
97	Desgl.; Journ.-Nr. 8327	1,744	1,135	37	31,5	2 Min. 11 Min.	12,8	18,4	17,5	69
98	Portland-Cement der k. k. privilig. Beocsiner Cement-, Kalk- und Portland-Cementfabrik zu Beocsin	2,022	1,352	30	23,6	3⅓ 6½	3,8	18,6	17,1	69
99	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8366	1,874	1,318	34	28,3	3⅓ 7	1,0	18,3	16,8	68
100	Cement aus dem Portland-Cementwerk Heidelberg, vormals Schifferdecker & Söhne in Heidelberg	1,634	1,077	42	34,5	8 17	0,0	18,9	17,1	70
101	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8411	1,618	1,053	38	29,5	24 Min. 34 Min.	13,4	18,5	17,0	68

[1]) Spalte 14 und 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 100 Tagen an.
[2]) „ 15 „ 20 „ „ 300 „ „ „
[3]) Spalte 14 und 15 giebt Zugfestigkeit für auf Gipsunterlagen eingegossene Proben an, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten.
[4]) Spalte 19 und 20 giebt Zugfestigkeit für Proben an, welche auf besonderen Antrag mit 8% Wasser angemacht wurden.
[5]) Spalte 15 und 20 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 90 Tagen an.

12.					13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei					Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
5000	900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
Maschen auf den qcm								Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
										10	**95,2**	**156,7**		**2,223**
26,0	1,0	0,2	0,0							10	10,13	16,83	2,225	
					18,5	**461,2**	**612,7**		**2,180**	**10**	**179,6**	**282,6**		**2,268**
6,0	0,0				18,5	42,88	50,93	2,183		10	20,20	26,78	2,268	
					18,5	**774,2** [1]	**809,9** [2]		**2,180**	**10**	**357,6** [1]	**407,7** [2]		**2,268**
					18,5	55,13[1]	58,15[2]	2,183		10	29,93[1]	32,83[2]	2,268	
20,0	6,0	2,0	1,0	0,5	20	35,96	43,71	2,155		10	15,08	20,10	2,254	
					32	40,96[3]	55,14[3]	2,254						
					16	**383,2**	**517,5**		**2,234**	**10**	**153,8**	**230,4**		**2,237**
28,0	1,0	0,2	0,0		16	39,18	57,03	2,239		10	16,55	21,20	2,239	
20,0	5,0	2,0	1,0	0,0						8	14,73[4]	20,90[4]	2,239	
24,0	1,0	0,0								10	9,15	14,45	2,211	
28,0	4,0	1,0	0,3	0,0	17,5	33,38	44,55	2,211		10	12,68	19,23	2,225	
28,0	1,0	0,4	0,2	0,0	16,5	26,78	36,08	2,225		10	9,30	14,90	2,225	
										10	**117,9**	**167,3**		**2,206**
30,0	5,0	1,0	0,0							10	12,58	18,50	2,211	
										10	**125,3**	**179,1**		**2,206**
30,0	5,0	1,0	0,0							10	13,53	19,43	2,211	
					15,5	**443,9**	**537,0**		**2,248**	**10**	**149,0**	**214,3**		**2,251**
28,0	2,0	0,0			15,5	52,60	58,30	2,254		10	16,55	23,45	2,254	
					15,5		**675,1** [5]		**2,248**	**10**		**290,9** [5]		**2,251**
					15,5		65,30[5]	2,254		10		28,85[5]	2,254	
					15,5	**430,6** [6]	**531,9** [6]		**2,248**	**10**	**133,4** [6]	**204,0** [6]		**2,251**
					15,5	45,18[6]	57,25[6]	2,254		10	15,98[6]	22,45[6]	2,254	
					27	71,25[3]	92,28[3]							
										10	**81,0**	**127,3**		**2,237**
30,0	6,0	1,0	0,1	0,0	17,5	36,47	43,28	2,183		10	10,28	14,70	2,239	
16,0	2,1	1,4	0,4	0,0	38	26,53[3]	34,20[3]	2,239						
										8,50	**212,2**	**282,8**		**2,273**
14,0	1,0	0,3	0,2	0,0						8,50	20,90	24,90	2,275	

[1] Die sowohl für reinen Cement als auch in 1 : 3 angegebenen Zahlen sind die Ergebnisse für Proben, welche die ersten 24 Stunden an der Luft erhärteten, dann 1) 20 Stunden in den Frost von — 12° C bis — 15° C, 2) 4 Stunden zur Auftauung unter Wasser von 18° C, 3) nochmals 20 Stunden in den Frost, 4) 4 Stunden zur Auftauung und die übrige Zeit unter Wasser lagen.

[2] Spalte 14 und 15 giebt Zugfestigkeit für auf Gipsunterlagen eingegossene Proben an, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probem war die Temperatur der Luft C°	Beim Probem war die Temperatur des Anmachewassers C°
102	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,981	1,319	32	26,5	$4^1/_2$ $6^1/_2$	4,8	18,8	17,4
103	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8429	1,988	1,283	32	27,2	$3^1/_3$ $7^1/_3$	2,2	18,6	17,2
104	Portland-Cement aus der Fabrik des Fabrikbesitzers E. Tillgner zu Schimischow. Antr.: derselbe	1,892	1,227	34,6	30,6	1 3	5,6	18,8	17,0
105[1])	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8453	1,987	1,365	30	24,2	4 $5^2/_3$	1,2	18,3	17,0
106	Cement ohne Angabe über den Ursprung. Antr.: Julius Diß in Düsseldorf	1,265	0,765	55	45	6 10	2,0	18,8	17,1
107	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8459	1,922	1,282	31	27	15 Min. 45 Min.	6,4	18,6	17,2
108	Schlacken-Cement (Puzzolan) aus einer Kopenhagener Fabrik. Antr.: Evers & Co. in Kopenhagen	1,350	0,833	48	40,4	$7^1/_2$ 11	2,4	18,8	17,3
109	Portland-Cement aus der Cementfabrik des Bonner Bergwerks- und Hütten-Vereins, Cementfabrik zu Obercassel bei Bonn	1,910	1,245	34	29,5	$2^1/_4$ $4^1/_2$	2,0	18,6	17,1
110	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,994	1,350	31	26,5	6 Min. 25 Min.	8,0	18,8	17,2
111	„Cement"; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,873	1,242	32	26,3	17 Min. 34 Min.	4,4	18,9	17,2
112	Portland-Cement der Stettin-Bredower Portl.-Cementfabr., Act.-Ges. zu Bredow b. Stettin. Antr.: dieselbe	1,968	1,270	31	26,5	$6^1/_6$ $11^1/_2$	4,0	18,6	17,1
113	Cement von der Firma Guthmann & Jeserich. Antr.: Kgl. Eisenbahn-Betriebsamt Berlin-Magdeburg zu Berlin	1,962	1,298	31,5	26,5	$2^5/_{12}$ $4^1/_3$	2,4	18,6	17,0

[1]) Die sowohl für reinen Cement als auch in 1 : 3 angegebenen Zahlen sind die Ergebnisse für Proben, welche die ersten 24 Stunden an der Luft erhärteten, dann 1) 29 Stunden in den Frost von 12° C bis — 15° C, 2) 4 Stunden zur Aufthauung unter Wasser von 18° C, 3) nochmals 20 Stunden in den Frost, 4) 4 Stunden zur Aufthauung und die übrige Zeit unter Wasser kamen.

[2]) Spalte 14 und 15 giebt Zugfestigkeit für auf Gipsunterlagen eingegossene Proben an, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten.

12.				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
chen auf den qcm							Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
				16,5	**428,9**	**520,8**		**2,231**	**10**	**151,2**	**202,2**		**2,265**
1,0	0,0			16,5	44,85	52,45	2,232		10	17,83	21,68	2,268	
				16,3	**477,4**	**573,7**		**2,217**	**10**	**203,3**	**269,5**		**2,254**
0,0				16,3	43,78	56,68	2,218		10	19,00	23,78	2,254	
				18,5	**499,1**	**604,1**		**2,208**	**10**	**187,0**	**267,0**		**2,254**
0,0				18,5	48,93	55,15	2,211		10	19,80	25,03	2,254	
				18,5	**476,8** [1]	**601,6** [1]		**2,208**	**10**	**175,4** [1]	**253,0** [1]		**2,254**
				18,5	50,98[1]	55,55[1]	2,211		10	19,70[1]	25,13[1]	2,254	
				34,6	57,13[2]	62,93[2]							
									10	**77,4**	**97,2**		**2,211**
3,0	0,6	0,1	0,0						10	6,03	11,55	2,211	
2,0	1,0	0,3	0,1						10		23,13	2,239	
				16,5	**338,8**	**393,8**		**2,211**	**10**	**90,1**	**194,7**		**2,248**
2,0	1,0	0,5	0,2	16,5	36,18	30,00	2,211		10	10,55	15,68	2,254	
									10		**243,5**		**2,239**
0,2	0,1	0,0							10		28,40	2,239	
1,0	0,2	0,0		17,5	26,94[1]	31,31[1]	2,183						
									10		**184,1**		**2,245**
				17,5	34,69		2,183		10		16,70	2,246	
									10	**71,0**	**95,0**		**2,220**
8,0	3,0	1,0	0,5						10	5,70	8,30	2,225	
									10	**74,3**	**92,5**		**2,220**
6,0	2,0	1,0	0,0						10	5,40	7,80	2,225	
				16	**534,7**	**593,2**		**2,225**	**9,50**	**178,0**	**249,6**		**2,248**
0,2	0,0			16	50,65	56,45	2,255		9,50	19,88	23,68	2,254	
									10	**126,8**	**187,8**		**2,237**
1,0	0,2	0,0							10	17,20	20,68	2,239	

[1]) Volumenbeständigkeit bei Nr. 105 nicht vorhanden.
[2]) Spalte 14 giebt Zugfestigkeit nach 40 Stunden an.
[3]) Spalte 15 giebt Zugfestigkeit nach 60 Stunden an.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probem war die Temperatur der Luft C°	Temperatur des Anmachwassers C°
	Cemente aus d								
1	Cement von „Adler". Deutsche Portland-Cementfabrik in Zossen	1,940	1,221	32	27	4 1/6 7	1,7	18,4	17,0
2	Cement der Bremer Portland-Cementfabrik „Porta" Actien-Gesellschaft in Bremen .	1,832	1,194	36	30	4 1/6 9	3,8	18,8	17,1
3	Portland-Cement der Stuttgarter Cementfabrik in Blaubeuren	1,955	1,312	31,5	26,3	5 2/3 7 1/10	2,4	18,3	17,0
4	Portl.-Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Kgl. Eisenbahn-Direktion zu Bromberg .	1,752	1,215	33,5	27,4	4 7 1/2	2,6	18,3	17,0
5	Cement ohne Ursprungsangabe; desgl. . . .	1,899	1,265	34	28,8	4 1/2 6 1/4	3,3	18,5	17,1
6	Cement ohne Ursprungsangabe Antr.: Kgl. Berginspektion Staßfurt zu Staßfurt . .	1,850	1,210	33	27,1	3 4 1/3	2,0	18,3	17,1
7	Cement a. d. Cementfabrik Banse & Co. in Bernburg. Antr.: Hafen- und Lagerhaus-Actien-Gesellschaft zu Aken a. d. Elbe . .	1,850	1,210	36	29,4	3/4 1 1/4	3,4	18,4	17,2
8	Cement der Portland-Cementfabrik „Saxonia" zu Glöthe bei Staßfurt. Antr.: Kgl. Reg.-Baumeister Konrad zu Calbe a. d. Saale	1,709	1,115	37	30	1/2 1 1/4	5,0	18,4	17,2
9	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,790	1,175	35	29,2	5 Min. 10 Min.	9,1	18,6	17,3
10	Desgl.	1,685	1,120	37	29,8	40 Min. 1	9,8	18,6	17,4
11	Portland-Cement aus der Fabrik von Redlich, Ohrenstein & Spitzer zu Budapest . . .	1,900	1,270	31	25,3	9 Min. 17 Min.	10,4	18,8	17,3
12	Beoczíner Portland-Cement. Antr.: Betr.-Dir. der Budapester Stadtbahn, Siemens & Halske zu Budapest	1,900	1,237	31	25	5 Min. 8 Min.	13,3	18,8	17,3
13	Puzzolan-Cement a. d. Fabr. v. Heinrich Meyberg in Dornap. Antr.: Stadt Düsseldorf	1,217	0,755	61	50,8	7 1/3 13	0	18,8	17,3
14	Portland-Cement, Journ.-Nr. 8610 . . .	1,912	1,247	32	27	1/2 1	4,7	18,9	17,2
15 [1]	Cement des Bonner Bergwerks- und Hüttenvereins zu Obercassel bei Bonn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Köln	1,946	1,257	32	27	25 Min. 1	4,9	18,9	17,2
16	Puzzolan-Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: H. H. Meier & Co. zu Bremen . . .	1,423	0,872	51	39,7	3 1/2 7	1,4	18,9	17,1
17	Cement des Bonner Bergwerks- und Hüttenvereins zu Obercassel bei Bonn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Köln	1,944	1,270	36	30	27/12 4 1/6	4,5	18,8	17,1
18	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Tiefbau-Amt der Stadt Köln zu Köln . . .	1,905	1,262	32	27	40 Min. 1	3,4	19,2	17,3
19	Cement der Vorwohler Portland-Cementfabrik, Planck & Co. zu Holzminden	1,898	1,200	36	30,7	3 Min. 9 Min.	13,0	19,3	17,4
20	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8629 . . .	1,836	1,210	33	27,7	2 1/3 5	2,4	19,2	17,4

[1]) Mit 30 % Wasser angemacht band der Cement in 1 1/2 Stunden ab, bei einem Erhärtungsanfang von 28 Minuten.
„ 31 % „ „ „ „ „ „ „ 2 1/4 „ „ „ „ „ „ 35 „

12. Mahlung. Rückſtände bei					13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
					Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalſand				
5000	900	600	324	180	Waſſer in den Cement-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Waſſer in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
Maſchen auf den qcm								Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
Betriebsjahre 1890/91.														
					16,7	**500,8**	**615,5**		**2,211**	**9,50**	**208,2**	**278,5**		**2,276**
6,0	0,0				16,7	60,65	61,78	2,211		9,50	17,90	23,28	2,282	
										9,75	**218,0**	**307,4**		**2,265**
5,0	0,0									9,75	21,48	26,08	2,268	
					15,7	**482,4**	**578,7**		**2,251**	**9,50**	**175,3**	**234,3**		**2,248**
24,0	1,0	0,	0,0		15,7	46,35	59,70	2,254		9,50	17,78	20,95	2,254	
										10	**89,9**	**149,1**		**2,237**
28,0	5,0	1,0	0,7	0,0						10	12,83	19,70	2,239	
										10	**123,3**	**195,3**		**2,239**
22,0	3,0	1,0	0,2	0,0						10	16,23	21,18	2,239	
					17	**397,2**	**514,1**		**2,211**	**10**	**155,7**	**227,6**		**2,251**
18,0	0,9	0,2	0,0		17	39,18	50,75	2,211		10	18,13	21,35	2,254	
										10	**99,4**	**156,4**		**2,251**
14,0	2,0	0,5	0,3	0,0						10	11,43	17,33	2,254	
										10	**122,1**	**178,9**		**2,251**
22,0	4,0	1,0	0,8	0,0						10	12,48	18,45	2,254	
										10	**136,4**	**191,0**		**2,208**
28,0	4,0	1,0	0,1	0,0						10	15,48	18,85	2,211	
										10	**182,8**	**264,9**		**2,254**
16,0	1,0	0,1	0,0							10	18,90	21,60	2,254	
32,0	5,0	1,5	0,7	0,0						8,75	14,50	20,60	2,225	
32,0	6,0	2,0	1,0	0,0						8,75	15,53	20,30	2,225	
8,0	0,3	0,0								10	13,03	19,15	2,197	
					16,5	**355,8**	**447,3**		**2,194**	**10**	**114,9**	**174,7**		**2,265**
22,0	0,5	0,0			16,5	40,85	45,63	2,197		10	14,03	19,40	2,268	
										10	**94,1**	**157,8**		**2,268**
22,0	2,0	0,7	0,3	0,0						10	10,78	15,73	2,268	
					21	**254,0**	**346,0**		**1,912**					
12,0	1,0	0,2	0,1	0,0	21	32,63	40,58	1,915						
										10	**92,0**	**156,0**		**2,265**
18,0	1,0	0,2	0,0							10	11,08	15,93	2,268	
										10	**93,3**	**149,8**		**2,239**
18,0	1,5	0,4	0,0							10	10,85	16,05	2,239	
										10	**214,7**	**294,8**		**2,239**
4,0	0,4	0,1	0,0							10	19,43	23,93	2,239	
					17	**445,6**	**569,3**		**2,166**	**10**	**123,1**	**201,9**		**2,254**
12,0	0,0				17	42,73	53,35	2,169		10	13,98	20,33	2,254	

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probeme war die Temperatur der Luft C°	Beim Probeme war die Temperatur des Anmachewassers C°	
21	Cement der Cementfabrik Hemmoor — vorm. J. H. Hagenah — in Hemmoor. Antr.: Kaiserl. Fortifikation in Wilhelmhaven . .	1,913	1,225	34,5	28,5	4 7	4,6	18,9	17,2	
22	Cement des Portland-Cementwerks Heidelberg, vorm. Schifferdecker & Söhne zu Heidelberg	1,799	1,145	35	28	5¾ 8¾	1,4	19,2	17,1	
23	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	2,006	1,390	31,5	27	1 2	2,5	19,1	17,0	
24	Cement aus der Cementfabrik Germania. Antr.: Kgl. Fortifikation in Köln	1,897	1,230	33	27,5	3 6	2,6	18,8	17,1	
25	Cement aus der Cementfabrik Westfalia in Beckum. Antr.: Kgl. Fortifik. in Coblenz	1,886	1,257	33	28,2	4 7	2,4	18,9	17,1	
26	Portland-Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: William Rosenheim & Co. zu Berlin . .	1,866	1,264	35	28,3	6⅝ 9¼	0	19,3	17,1	
27	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,835	1,233	36	30,5	1 2½	2,2	19,2	17,2	6
28	Desgl.	1,839	1,240	38	31,7	5 6½	0,8	19,8	17,3	69
29	Desgl.	1,836	1,240	37	30,8	4 7	0,6	19,8	17,3	69
30	Cement; Journ.-Nr. 8659	1,884	1,220	31	25	20 Min. 40 Min.	9,1	19,2	17,1	68
31	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8660 . . .	2,048	1,375	31	25,5	1 2½	1,6	19,2	17,2	68
32	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,781	1,155	37	30,7	25 Min. 45 Min.	3,6	19,6	17,1	69
33	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8663 . . .	2,003	1,325	33	28	4 Min. 20 Min.	6,6	19,6	17,3	69
34	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,920	1,240	34	28,3	4½ 6	1,8	19,2	17,1	69
35	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr.: Bau-Deputation zu Lübeck	1,917	1,280	33	27,7	5½ 8	4,0	19,3	17,2	69
36	Desgl.	1,923	1,282	33	28	5¾ 8	5,0	19,4	17,2	69
37	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,970	1,290	33,5	27,6	1⅜ 2⅞	2,6	19,6	17,3	69
38	Cement der Vorwohler Portland-Cementfabrik, Planck & Co. zu Holzminden	1,851	1,195	37	30,4	5½ 8	2,4	19,6	17,3	69
39	Cement; Journ.-Nr. 8688	1,656	1,020	40	31,3	4 6	1,0	19,5	17,2	68
40	Cement aus der Fabrik Wolgast des Pomm. Indust.-Ver. auf Actien zu Stettin. Antr.: F. C. Engel in Berlin	1,825	1,140	43	35	2 Min. 11 Min.	17,2	19,4	17,2	69
41	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Kgl. Abth.-Baumeister Hartmann zu Wollin .	1,943	1,255	33	28,8	5 Min. 31 Min.	10,1	19,8	17,2	69
42	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8712 . . .	1,990	1,305	33	27,5	7 Min. 30 Min.	6,6	19,8	17,3	69

[1]) Spalte 14 giebt Zugfestigkeit nach 24 Stunden an.

12.			13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
ahlung. ſtände bei			Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalſand				
600	324	180	Waſſer in den Cement-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Waſſer in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
auf den qcm						Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V} = \gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1} = \gamma_1$
%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
			17,5	**326,3**	**415,0**		**2,192**	**10**	**129,0**	**196,9**		**2,211**
2,0	1,0	0,1	17,5	41,83	48,63	2,197		10	15,25	19,20	2,211	
1,0	0,7	0,0						8	15,43	21,03	2,211	
0,6	0,2	0,0						10	13,03	18,40	2,225	
								10	**135,1**	**204,4**		**2,251**
0,0								10	15,10	19,60	2,254	
								10		**165,4**		**2,237**
1,0	0,4	0,0										
1,0	0,0		17,5	12,28[1])		2,169						
								10		**113,8**		**2,223**
			17,5	27,15		2,169		10	8,85	12,18	2,225	
								10	**83,6**	**133,8**		**2,248**
0,0								10	10,70	15,13	2,254	
								10	**84,8**	**132,6**		**2,237**
0,0								10	11,10	16,08	2,239	
0,0												
			16	**339,4**	**423,9**		**2,225**	**10**	**102,0**	**163,5**		**2,225**
1,0	0,3	0,0	16	41,88	45,88	2,225		10	11,75	15,68	2,225	
1,0	0,4	0,0	16	31,83	38,68	2,225		10		12,95	2,254	
								10	**96,0**	**140,1**		**2,237**
1,5	0,9	0,3						10	11,08	16,23	2,239	
			17	**200,6**	**266,9**		**2,237**	**10**	**89,4**	**128,1**		**2,251**
1,5	1,0	0,5	17	24,65	34,10	2,239		10	10,50	15,40	2,254	
								10	**143,9**	**220,6**		**2,239**
0,0								10	15,75	22,30	2,239	
			17	**350,9**	**435,6**		**2,180**	**10**	**120,5**	**171,4**		**2,223**
3,0	1,0	0,0	17	40,73	46,90	2,183		10	15,78	20,50	2,225	
			17	**322,5**	**427,8**		**2,183**	**10**	**107,9**	**160,6**		**2,208**
3,0	1,0	0,0	17	37,83	46,13	2,183		10	13,38	18,75	2,211	
								10		**232,9**		**2,268**
0,0								10	17,95	22,48	2,268	
								10	**167,3**	**215,3**		**2,268**
0,0								10	17,65	22,28	2,268	
								10	**108,4**	**184,1**		**2,282**
0,0								10	12,80	23,60	2,282	
1,0	0,0							10		17,68	2,225	
			18	**347,8**	**434,5**		**2,163**	**10**	**146,7**	**218,8**		**2,237**
0,3	0,2	0,0	18	43,25	47,30	2,169		10	16,40	19,23	2,239	
			17,5	**388,8**	**531,9**		**2,183**	**10**	**147,8**	**243,5**		**2,265**
0,2	0,0		17,5	41,28	46,35	2,183		10	16,40	21,33	2,268	

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Proben war die Temperatur der Luft C°	Beim Proben war die Temperatur des Anmachewassers C°
43	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,867	1,256	36	28	25 Min. 45 Min.	9,6	19,4	17,1
44	Desgl.	1,862	1,282	36	28,2	15 Min. 30 Min.	11,4	19,3	17,1
45	Cement: Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,793	1,150	37	29,5	15 Min. $1^{1}/_{4}$	4,6	19,1	17,0
46	Portl.-Cement der Alsenschen Portl.-Cementfabr. zu Hamburg aus der Fabr. zu Uetersen .	1,800	1,170	34,5	28	$2^{5}/_{6}$ $4^{1}/_{2}$	2,6	19,6	17,2
47	Cement des Bonner Bergwerks- und Hüttenvereins zu Obercassel bei Bonn. Antr.: Kgl. Fortifikation in Köln	1,907	1,240	35	29,5	2 4	3,7	19,8	17,2
48	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,907	1,270	36	28	$2^{1}/_{4}$ $5^{1}/_{4}$	4,4	19,4	17,2
49	Puzzolan-Cem. der Georgsmarienhütte. Antr.: Kaiserl. Werft zu Wilhelmshaven . . .	1,607	1,015	37	29,5	$1^{2}/_{3}$ $3^{2}/_{3}$	1,0	19,5	17,2
50	Cement; Journ.-Nr. 8755	1,767	1,160	38	30	$1^{2}/_{3}$ 3	1,6	19,8	17,2
51	Cement; Journ.-Nr. 8756	1,369	0,802	53	40	$3^{1}/_{4}$ $5^{2}/_{3}$	1,0	19,9	17,2
52	Portl.-Cement der Portl.-Cementfabr. der Act.-Ges. für Rhein.-Westfäl. Indust. zu Köln in Beckum	1,992	1,315	36	30	8 Min. 35 Min.	8,2	19,3	17,2
53	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,910	1,285	33	26,8	3 $4^{2}/_{3}$	2,8	19,2	17,1
54	Schlackencement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,405	0,895	50	38	$3^{1}/_{2}$ $6^{1}/_{2}$	1,4	19,8	17,4
55	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet . .	1,537	0,975	42	32	$1^{1}/_{2}$ 3	2,0	20,6	17,4
56	Cement aus der Fabrik Wolgast des Pomm. Indust.-Ver. auf Actien zu Stettin. Antr.: F. C. Engel in Berlin	1,931	1,250	34	28,3	3 $5^{1}/_{4}$	7,3	20,2	17,3
57	Cement; Journ.-Nr. 8777	1,921	1,235	32	26,8	3 Min. 10 Min.	11,0	19,8	17,2
58	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,878	1,240	36	29	15 Min. 30 Min.	8,4	19,8	17,1
59	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet. Antr.: Kgl. Fortifikation Thorn	1,827	1,205	36	30	6 Min. 16 Min.	13,4	19,8	17,3
60	Desgl.	1,843	1,165	34	28,8	$1^{1}/_{2}$ $3^{2}/_{3}$	3,8	19,6	17,3
61	Desgl.	1,847	1,165	35	29	$1^{1}/_{2}$ $3^{1}/_{2}$	3,2	19,7	17,3
62	Desgl.	1,895	1,230	34	28	10 Min. 20 Min.	12,0	20,1	17,2
63	Desgl.	1,892	1,238	35	28,4	10 Min. 20 Min.	9,6	20,0	17,2
64	Desgl.	1,886	1,250	35	28,2	$2^{1}/_{6}$ $5^{1}/_{6}$	3,8	20,2	17,2
65	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Bauleitung des Kgl. Amtsgerichts-Neubaues zu Dresden-Altstadt	1,997	1,305	31,5	26,2	$5^{1}/_{3}$ $6^{5}/_{6}$	2,6	20,6	17,2

12.				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
chen auf den qcm							Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
									10	**101,3**	**157,5**		**2,234**
4,0	1,0	0,2	0,0						10	12,55	16,95	2,239	
									10	**107,1**	**170,2**		**2,234**
2,0	0,8	0,2	0,0						10	13,05	17,58	2,239	
									10	**93,9**	**144,7**		**2,234**
4,0	1,0	0,3	0,0						10	11,58	16,55	2,239	
3,0	0,6	0,0		17,5	54,85	56,58	2,169		10	22,38	24,70	2,239	
									10	**121,7**	**172,9**		**2,265**
0,0									10	13,63	17,53	2,268	
3,0	0,9	0,3	0,0						10		17,10	2,239	
2,0	0,7	0,4	0,0						10	11,68	17,78	2,254	
4,0	2,0	1,0	0,2						10	12,28	16,78	2,239	
1,0	0,2	0,0							10	20,05	24,45	2,225	
				19	**367,1**	**435,0**		**2,208**	**10**	**172,9**	**249,3**		**2,254**
1,0	0,0			19	42,53	46,98	2,211		10	16,08	19,65	2,254	
									10	**168,6**	**228,1**		**2,225**
3,0	0,5	0,0							10	19,03	22,65	2,225	
				20,5	**133,5**	**202,7**		**1,887**	**10**	**42,2**	**68,2**		**2,177**
1,0	0,0			20,5	21,35	33,75	1,887		10	6,43	10,63	2,183	
									10	**69,7**	**107,3**		**2,225**
3,0	1,0	0,6	0,0						10	9,80	16,10	2,225	
									10	**126,9**	**172,3**		**2,223**
8,0	3,0	0,5	0,0						10	12,05	17,10	2,225	
									10	**139,8**	**198,3**		**2,251**
3,0	1,0	0,0							10	14,43	19,30	2,254	
1,0	0,2	0,0							10	18,10	22,73	2,225	
									10	**131,5**	**200,7**		**2,239**
1,0	0,2	0,0							10	17,53	21,18	2,239	
									10	**92,5**	**142,4**		**2,211**
4,0	1,0	0,1	0,0						10	11,15	17,25	2,211	
									10	**87,5**	**135,4**		**2,208**
5,0	0,8	0,1	0,0						10	11,40	17,88	2,211	
									10	**100,1**	**162,0**		**2,248**
3,0	1,0	0,2	0,0						10	11,78	16,65	2,254	
									10	**80,6**	**138,7**		**2,234**
3,0	0,7	0,1	0,0						10	11,20	15,98	2,239	
									10	**85,3**	**142,8**		**2,234**
2,0	0,5	0,1	0,0						10	12,28	16,95	2,239	
				16,2	**328,1**	**402,5**		**2,220**	**10**	**116,5**	**162,0**		**2,251**
1,0	0,2	0,1	0,0	16,2	36,03	44,68	2,225		10	14,03	18,05	2,254	

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probema war die Temperatur der Luft C°	Beim Probema war die Temperatur des Anmachewassers C°	
66 [1]	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,875	1,236	36	29	9 Min. 18 Min.	12,0	20,1	17,2	
67	Cement; desgl.	1,989	1,262	31	26	17 Min. 45 Min.	9,0	20,4	17,2	
68	Portl.-Cement aus der Fabrik Stettin-Gristow, Eugen Kanter & Co. Antr.: Kgl. Reg.-Baumeister Offermann zu Berlin	1,802	1,175	34	28	5 Min. 16 Min.	11,8	21,2	18,6	
69	Stettiner Portland-Cement. Antr.: Kgl. Berginspektion zu Staßfurt	1,963	1,240	33	27	3½ 6	3,2	21,6	17,2	
70	Langsam bindender Portl.-Cement der Alsenschen Portl.-Cementfabr. zu Hamburg, Fabr. Uetersen	1,879	1,238	30,5	26	4½ 7⅔	3,6	19,8	17,0	
71	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,940	1,315	34	28,2	3⅔ 7	1,4	20,1	17,2	
72	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,050	1,357	31	24,6	5⅓ 8½	3,2	20,7	17,3	
73	Desgl.	1,997	1,315	31	25,9	4⅙ 8⅔	3,4	20,3	17,2	
74	Cement; Journ.-Nr. 8909	1,727	1,182	36	30	5⅒ 9⅚	1,4	21,2	17,1	
75	Portland-Cement; Journ.-Nr. 8911	1,667	1,075	40	32,5	4⅚ 9	1,4	19,8	17,1	
76	Portl.-Cement aus der Fabrik Stettin-Gristow, Eugen Kanter & Co. Antr.: Kgl. Reg.-Baumeister Offermann in Berlin	1,899	1,260	32	26,2	6 9	3,4	19,0	17,5	
77	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,969	1,280	33	27	3½ 7⅔	2,0	20,1	17,2	
78	Portl.-Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Ludwig Roth zu Sophienhütte	1,992	1,328	32,5	27	12 Min. 30 Min.	8,2	19,3	17,2	
79	Journ.-Nr. 8930	1,350	0,850	52	39,6	6 14	0,6	19,2	17,4	
80	Journ.-Nr. 8936	1,970	1,275	32,5	27,2	3⅙ 6⅓	5,0	19,8	17,0	
81	Portl.-Cement der Portl.-Cementfabr. u. Zieg. A. G. Pahlhude zu Pahlhude	1,825	1,155	36	28,8	18 Min. 30 Min.	10,6	19,6	17,0	
82	Cement; Journ.-Nr. 8940	1,974	1,355	33,5	27,5	6¼ 9	3,6	19,2	17,0	
83	Cement der Bernburger Portl.-Cementfabrik u. Kalkwerke Louis Banse & Co. in Bernburg	1,691	1,090	43	35	3⅔ 8⅙	2,0	19,4	17,1	
84	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,003	1,293	32	25,6	5 7½	3,0	19,6	17,2	
85	Cement der Braunschweiger Cementwerke zu Braunschweig	1,474	0,915	54	44	2 7	6,6	19,4	17,2	

[1] Mit 31 % Wasser angemacht band der Cement in 24 Minuten ab, bei einem Erhärtungsanfang von 17 Minuten.

[2] Spalte 19 und 20 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit einer Mischung 1 : 3 Vol. Th an, wobei die Gewichte für 1 eingerüttelt benutzt wurden.

12.				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückſtände bei				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalſand				
900	600	324	180	Waſſer in den Cement-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Waſſer in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfeſtigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
ſchen auf den qcm							Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
1,0	0,2	0,0							10	17,55	21,40	2,239	
									10	**145,3**	**213,3**		**2,254**
1,0	0,0								10	18,28	23,63	2,254	
2,0	1,0	0,1	0,0						10	15,50	20,93	2,254	
									10	**159,2**	**235,4**		**2,251**
1,0	0,0								10	18,50	23,23	2,254	
2,0	0,2	0,0		15,7	66,95	68,10	2,211		10	23,13	25,25	2,225	
									10		**148,0**		**2,234**
1,0	0,0								10	12,70	15,90	2,239	
				16	**527,0**	**611,3**		**2,194**	**10**	**140,6**	**214,9**		**2,225**
1,0	0,0			16	49,43	54,65	2,197		10	15,93	19,00	2,225	
				16	**566,5**	**666,4**		**2,225**	**10**	**150,3**	**227,1**		**2,251**
1,0	0,0			16	55,35	62,10	2,225		10	16,60	20,53	2,254	
9,0	3,0	1,0	0,0						10	14,48		2,211	
									10	**182,2**	**245,3**		**2,251**
0,1	0,0								10	18,50	22,73	2,254	
1,0	0,0								10	18,28	20,78	2,225	
				17	**255,2**	**353,8**		**2,208**	**10**	**114,7**	**167,0**		**2,265**
1,0	0,0			17	36,05	43,43	2,211		10	14,40	21,33	2,268	
									10,25	**127,3** [2]	**193,1** [2]		**2,290**
									10,25	17,40[2]	25,58[2]	2,296	
									10		**178,2**		**2,248**
0,8	0,0								10	13,58	17,68	2,254	
									10	21,80[3]	23,65[4]	2,254	
0,6	0,1	0,0		24	27,23	35,80	1,831		10	20,80	28,80	2,239	
									10	**136,3**	**207,2**		**2,254**
1,0	0,0								10	17,90	23,15	2,254	
				18,5	**380,7**	**448,0**		**2,152**	**10**	**140,3**	**197,2**		**2,254**
1,0	0,0			18,5	39,83	46,35	2,155		10	16,55	22,15	2,254	
									10	**136,0**	**190,0**		**2,234**
1,0	0,0								10	17,10	19,78	2,239	
0,0									10	17,23	23,98	2,254	
									10	26,10[3]	30,70[4]		
									10	**162,4**	**236,9**		**2,239**
4,0	2,0	1,0	0,3						10	18,15	21,10	2,239	
				26	**196,5**	**264,2**		**1,910**	**11**	**136,5**	**179,4**		**2,220**
0,0				26	29,55	33,70	1,913		11	16,93	23,40	2,225	

[2]) Spalte 19 giebt Zugfeſtigkeit nach 60 Tagen an.
[3]) „ 20 „ „ „ „ 90 „ „
[4]) Spalte 19 giebt Zugfeſtigkeit nach 90 Tagen an.
[5]) „ 20 „ „ „ „ 180 „ „

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probemachen war die Temperatur der Luft C°	Beim Probemachen war die Temperatur des Anmachewassers C°	Beim Probemachen war die Feuchtigkeit der Luft %
86 [1]	Groschowitzer Portland-Cement. Antr.: Fließ & Ransch zu Magdeburg	1,968	1,294	33,5	27	3 11/12 7	3,6	18,6	17,0	61
87	Langsam bindender Cem. der Alsenschen Portl.-Cementfabr. zu Hamburg, Fabr. Lägerdorf	1,893	1,192	34	28,9	3 2/3 8	5,8	18,8	17,0	56
88	Cement F. K. I. ohne Ursprungsangabe. Antr.: Friedr. Krupp zu Gußstahlfabrik Essen in der Rheinpr.	1,799	1,142	37	28	5 1/3 9 1/12	1,2	19,8	17,0	57
89	Cement F. K. II.; desgl.	1,347	0,820	53	43	3 1/2 7 1/2	0,8	19,9	17,0	58
90	Cement F. K. III.; desgl.	1,724	1,140	41	33	2 2/3 3 2/3	1,0	19,6	17,0	58
91	Cement aus der Fabrik von Giesel in Oppeln. Antr.: Reichstagsbauverwaltung zu Berlin	1,968	1,312	33	27	5 1/3 7	3,8	20,6	17,2	58
92	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,921	1,280	36,5	29	11 Min. 30 Min.	6,6	18,4	17,2	58
93	Puzzolan-Cement aus der Fabrik der Gewerkschaft Carl Otto in Köln. Antr.: Kgl. Reg.-Baumeister Walther zu Königsberg i. Pr.	1,458	0,945	47	37	2 2/3 6	2,0	19,4	17,5	60
94	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,843	1,230	34	27,8	2 4 1/3	2,0	19,8	17,1	59
95	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Dücker & Co. in Düsseldorf	1,663	1,055	41	33	20 Min. 40 Min.	7,2	19,8	17,2	63
96	Cement; Journ.-Nr. 9042	1,801	1,205	38	30,2	1 1/10 2 1/2	2,0	19,4	17,2	59
97	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,845	1,225	34	27	2 6	2,7	19,8	17,3	59
98	Cement; Journ.-Nr. 9075	1,907	1,310	34	27,8	5 2/3 7 2/3	2,0	19,8	17,2	62
99	Cement; Journ.-Nr. 9076	1,895	1,275	35	28	4 6 1/10	2,6	19,9	17,2	62
100	Portland-Cement; Journ.-Nr. 9107	1,910	1,340	35,5	28,5	5/6 1 2/3	3,6	18,2	17,1	59
101	Cement aus der Cementfabrik Gebr. Erhardt & Lingenbrink zu Neunkirchen, Reg.-Bez. Trier. Antr.: Kgl. Abtheilungs-Baumeister Baltzer in Köln	1,306	0,785	55	41,5	3 7	2,6	19,5	17,2	59
102	Cement des Portland-Cementwerkes Heidelberg vorm. Schifferdecker & Söhne zu Heidelberg	1,797	1,155	37	29,5	1 3 4	1,2	19,6	17,2	60
103	Portland-Cement; Journ.-Nr. 9157	1,896	1,295	35	28,2	10 Min. 30 Min.	6,0	20,1	17,2	64
104	Cement des Portland-Cementwerkes Heidelberg vorm. Schifferdecker & Söhne zu Heidelberg	1,797	1,146	38	30,5	1 1 2 1	3,0	20,1	17,2	64
105	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,097	1,410	34	29,5	5 Min. 30 Min.	6,4	21,2	17,0	65

[1] Zur Bestimmung der Abbindezeit des Normen-Mörtels 1 : 3 wurde derselbe auf die Normal-Abbinde-Consistenz gebracht, wozu 16 % Wasser gebraucht wurden. Auf Glasplatten ergab sich der Erhärtungsanfang zu 7 1/4 Stunden, die Abbindezeit zu 9 1/4 Stunden.

12.				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
hen auf den qcm							Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
4,0	1,0	0,3	0,0	17,2	36,93	47,38	2,225		10	15,75	20,15	2,239	
2,0	0,2	0,0		17,5	62,50	71,43	2,197		10	21,30	25,20	2,268	
									8	**164,6** [1]	**145,3**		**2,239**
3,0	1,0	0,3	0,0						8	26,38 [2]	20,25	2,239	
									9	**190,1** [1]	**177,7**		**2,248**
0,3	0,0								9	23,10 [2]	26,73	2,254	
									10	**104,5** [1]	**98,0**		**2,279**
0,0									10	21,33 [2]	14,40	2,282	
									10	**148,5**	**242,7**		**2,265**
1,0	0,0								10	17,80	22,28	2,268	
				18,7	**167,7**	**255,5**		**2,166**	**10**	**51,4**	**109,1**		**2,234**
5,0	1,0	0,2	0,0	18,7	23,03	30,05	2,169		10	7,50	12,70	2,239	
				22	**188,5**	**297,3**		**1,899**	**10**	**88,9**	**153,3**		**2,169**
1,0	0,3	0,0		22	24,83	34,03	1,901		10	13,33	20,88	2,169	
									10	**73,8**	**128,8**		**2,251**
0,9	0,2	0,0							10	10,03	16,25	2,254	
1,0	0,0								10		13,83	2,239	
									10	**69,7**	**106,6**		**2,254**
2,0	0,4	0,0							10	10,20	14,75	2,254	
1,0	0,4	0,0							10	22,43	24,40	2,225	
1,5	0,0								10,50	29,13 [2]		2,296	
4,0	1,0	0,0							10,50	26,40 [2]		2,338	
0,0									10	9,98	12,80	2,225	
0,0									10	20,55	29,08	2,254	
									8	**112,0**	**165,1**		**2,223**
2,0	1,0	0,2	0,0						8	14,50	19,50	2,225	
									10		**205,6**		**2,248**
1,0	0,1	0,0		18	40,33	51,55	2,197		10		18,50	2,254	
									8		**163,5**		**2,166**
2,0	0,4	0,0							8		19,20	2,169	
0,0									10		13,53	2,268	

[1] Spalte 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 15 Tagen an und zwar für Proben, welche den ersten Tag an der Luft, an 7 Tage unter Wasser und hierauf noch 7 Tage an der Luft erhärteten.
[2] Spalte 19 giebt Zugfestigkeit einer Mischung 1 : 2 an.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Gewicht des reinen Cementes: eingerüttelt kg/Liter	Gewicht des reinen Cementes: eingelaufen kg/Liter	Wasser im reinen Cement: für syrupartige Konsistenz %	Wasser im reinen Cement: beim Abbinden auf Glas %	Abbindezeit Std.	Temperatur-Erhöhung C°	Beim Probemachen war die: Temperatur der Luft C°	Temperatur des Anmachewassers C°	Feuchtigkeit der Luft %
106	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	2,043	1,380	30,5	25	6½ 9	2,2	20,5	17,2	59
107	Portland-Cement; Journ.-Nr. 9223	1,946	1,325	34	27	2 3	1,6	20,2	17,1	59
108	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,817	1,115	45	36	5 Min. 30 Min.	15,6	20,6	17,3	62
109	Cement ohne Ursprungsangabe. Antr.: Julius Diß zu Düsseldorf	1,386	0,840	60	47	19 34	1,0	21,2	17,0	60
110	Cem. Schlieper ohne Ursprungsangabe. Antr.: Dortmund-Gronau-Enscheder Eisenbahn-Gesellschaft zu Dortmund	1,899	1,265	35	28,5	5 8½	3,6	21,5	17,2	65
111	Langsam bindender Cement des Bonner Bergwerks- u. Hütten-Vereins, Act.-Gesellschaft zu Obercassel bei Bonn	1,852	1,228	38,5	30	15 Min. 40 Min.	10,4	20,0	17,1	63
112	Cem. Schneider ohne Ursprungsangabe. Antr.: Dortmund-Gronau-Enscheder Eisenbahn-Gesellschaft zu Dortmund	1,861	1,235	33,5	27,0	5 7½	2,3	21,8	17,3	64
113	Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,918	1,285	30	25	4 Min. 20 Min.	6,8	21,0	17,0	68
114	Cement I ohne Ursprungsangabe. Antr.: Städt. Baudeputation, Abtheilung I, zu Berlin	1,851	1,210	35,5	29,2	2⅔ 8⅔	3,4	21,0	17,1	66
115	Cement II; desgl.	1,732	1,195	38,5	30,5	1¼ 6	3,0	20,0	17,0	65
116	Cement III; desgl.	1,863	1,210	36	29	6 Min. 20 Min.	10,2	20,5	17,3	62
117	Cement der Portl.-Cementfabr. der Act.-Ges. für Rheinisch-Westphäl. Industrie zu Cöln in Beckum	1,992	1,370	37	32	1 3⅚	4,2	20,2	17,2	56
118	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,849	1,245	36	30	⅚ 1⅔	6,0	20,6	17,0	59
119	Portland-Cement; Ursprungsangabe nicht gestattet	1,963	1,287	34,5	28,8	5½ 7⅚	5,0	19,6	17,2	61

[1]) Spalte 14 und 19 giebt Zug- resp. Druckfestigkeit nach 90 Tagen an.

12.				13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Mahlung. Rückstände bei				Reiner Cement					100 Gewichtstheile Cement und 300 Gewichtstheile Normalsand				
900	600	324	180	Wasser in den Cement-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben		Wasser in den 1+3 Mörtel-proben	Zugfestigkeit kg/qcm		Dichte der Proben	
schen auf den qcm							Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$				Zug $\frac{G_z}{V}=\gamma$	Druck $\frac{G_d}{V_1}=\gamma_1$
%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage			%	7 Tage	28 Tage		
				15,7	**561,1**	**665,8**		**2,223**	**10**	**166,5**	**243,8**		**2,225**
0,0				15,7	54,63	62,85	2,225		10	20,38	25,20	2,225	
0,5	0,0								10	9,13		2,239	
				23,5		**356,6**		**2,087**	**10**		**208,7**		**2,290**
0,0				23,5		39,90	2,085		10		19,70	2,296	
0,8	0,1	0,0							10		18,20	2,169	
				18	**325,5**	**420,1**		**2,169**	**10**	**102,9**	**155,3**		**2,251**
0,9	0,0			18	37,18	44,20	2,169		10	13,20	16,93	2,254	
									10	**123,7**	**177,5**		**2,248**
0,2	0,0								10	13,65	18,23	2,254	
				17,2	**495,7**	**593,5**		**2,197**	**10**	**198,9**	**271,2**		**2,237**
3,0	0,4	0,0		17,2	56,78	65,70	2,197		10	22,75	28,20	2,239	
									10	**149,5**	**217,4**		**2,262**
0,0									10	20,03	24,08	2,268	
									10	**111,6**	**161,6**		**2,268**
1,0	0,1	0,0							10	14,45	20,08	2,268	
									10	**102,3**	**158,4**		**2,254**
0,5	0,0								10	13,55	19,58	2,254	
0,8	0,0								10		20,98	2,254	
				19	**263,2**	**381,4**		**2,141**	**10**	**124,1**	**187,0**		**2,251**
1,0	0,4	0,0		19	34,60	43,60	2,141		10	15,28	18,35	2,254	
				18,5	**262,7**	**277,3**		**2,166**	**10**	**111,9**	**133,2**		**2,251**
4,0	1,0	0,4	0,0	18,5	34,35	38,20	2,162		10	15,83	19,68	2,254	
				18,5	**432,0** [1]			**2,166**	**10**	**210,1** [1]			**2,251**
				18,5	43,18 [1]		2,162		10	27,58 [1]		2,254	
									10	**178,0**	**222,6**		**2,254**
1,0	0,0								10	23,05	27,00	2,254	

Untersuchungen auf Feuerbeständigkeit an zwei kleinen Gebäuden, welche auf dem Grundstücke der Königlichen Technischen Hochschule in Charlottenburg aus Schilfbrettern nach dem System Giraudi errichtet wurden.

Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme.

Die Herren Kapferer, Köster & Co. in Mannheim beantragten am 11. März 1891 die Untersuchung auf Feuerübertragungsfähigkeit ihres am 17. März 1891 unter der Bezeichnung: „Schilfbretter, System Giraudi" mit amtlichem Ursprungszeugniß eingereichten Fabrikates, sowie in Verbindung hiermit die Errichtung von zwei kleinen aus diesem Material herzustellenden Gebäuden für die Vornahme einer Feuerprobe mit denselben.

Die Arbeiten zur Aufführung der Gebäude, und zwar des einen aus Schilfbrettern und des anderen mit Holzkonstruktion, wurden am 17. März 1891 mit den von den Herren Antragstellern dazu gelieferten Materialien auf dem Grundstücke der Königlichen Technischen Hochschule zu Charlottenburg begonnen und während der ganzen Bauzeit durch die Prüfungs-Station geleitet.

Bei den Versuchs-Häuschen, deren Anordnung und Dimensionen aus den beistehenden Zeichnungen ersichtlich sind, wurden Wände und Decken aus den sogenannten Schilfbrettern hergestellt, wobei die Längs- und Querfugen mit Gypsmörtel ausgegossen wurden.

Die Schilfbretter selbst waren nicht verputzt, sodaß also die Flamme direkt auf dieselben einwirken konnte.

Das nur aus Schilfbrettern bestehende Häuschen war durch eine Schilfbretterwand in zwei Theile, A. und B., getheilt, von welchen der eine (A.) zur Feuerung benutzt wurde und daher mit einem Ventilationsschacht versehen war, der theils durch die genannte Zwischenwand, theils durch ein bis auf den Fußboden reichendes Schilfbrett gestützt wurde. In dem gleichen Raume befand sich auch ein stark verglastes Fenster. Der andere Theil (B.) des Gebäudes gestattete Zutritt für mehrere Personen.

Im Innern des Häuschens mit Holzkonstruktion war eine gußeiserne Säule aufgestellt welche einen als Unterzug dienenden schmiedeeisernen I-Träger in der Mitte seiner freien Länge unterstützte. Parallel mit diesem lag ein hölzerner Balken, welcher ebenso wie Träger und Säule mit Schilfbrettern ummantelt war. In einer Seitenwand dieses Gebäudes war ein Stück Wellblech eingesetzt.

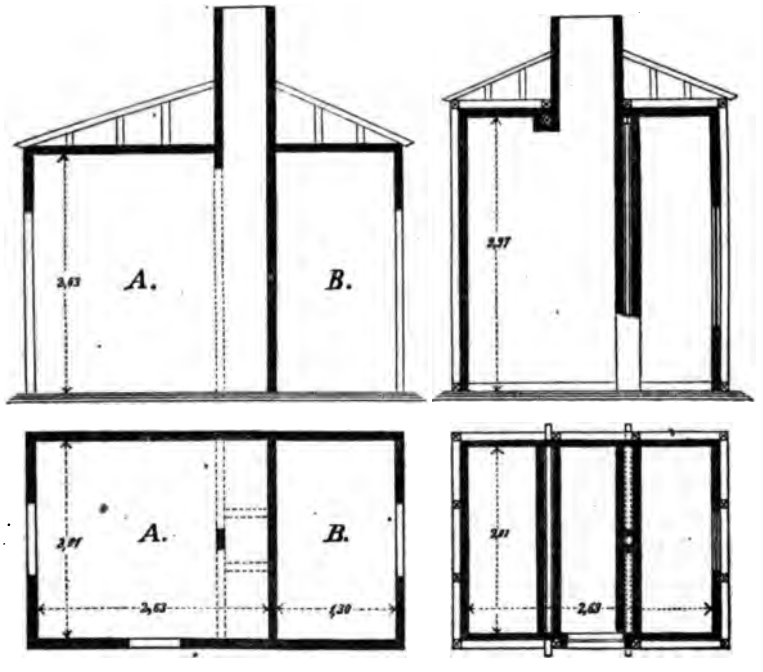
Behufs Ermittelung der Wärmegrade, welche bei der Beanspruchung der Gebäude durch Feuer an verschiedenen Stellen derselben sich ergeben würden, waren zunächst in der halben Höhe der eisernen Säule ein Maximum-Thermometer und ein Stück Schwefel, sowie auf ihrer Kopfplatte ein Stück Pech zwischen Säule und Ummantelung angebracht. Außerdem enthielt der dem Feuer nicht auszusetzende Raum (B.) des Schilfbretter-Häuschens an der Zwischenwand befestigt einen Maximum-Thermometer und einige Bogen dünnen Papiers. Zu obengenanntem Zwecke waren ferner in beiden Gebäuden vertheilt folgende Metalle bezw. Metall-Legirungen angebracht:

Nr. 1.	Aluminium				Schmelzpunkt	620° C.
„ 2.	800 Thl. Silber	:	200 Thl.	Kupfer	„	850° C.
„ 3.	950 Thl. „	:	50 Thl.	„	„	900° C.
„ 4.	950 Thl. Gold	:	50 Thl.	Platin	„	1100° C.

Nachdem am 22. März 1891 die Gebäude fertiggestellt waren, erfolgte am 23. März 1891 die Ausführung der beantragten Feuerprobe, zu welchem Zwecke im Innern der Gebäude zunächst je 275 kg gespaltenes, mit Petroleum getränktes Fichten-Scheitholz aufgestapelt waren.

Um 11 Uhr wurde das Holz in beiden Häusern zugleich in Brand gesetzt und war in kurzer Zeit zu einem hellen, energischen Feuer entflammt, welches durch zeitweises gleichmäßiges Nachwerfen einzelner Holzscheite auf seiner Höhe erhalten wurde.

Beide Versuchsobjekte ließen in dem ersten Stadium des Brandes keinerlei Veränderungen erkennen. An dem Schilfbretter-Häuschen bemerkte man nach fünf Minuten einen leichten Fugenriß; zu derselben Zeit zersprang das Fensterglas. Das andere Gebäude ließ nach zehn Minuten einige schwache Fugen- sowie Querrisse in den Schilfbrettern selbst erkennen. Letztere



zeigten auch vereinzelte kleine braune warme Stellen, die auf ein Durchsengen hindeuteten. Eine weitere Veränderung, wie etwa Ausdehnung, erlitten die Schilfbretter jedoch, abgesehen von der naturgemäß eintretenden höheren Erwärmung, in dem ferneren Verlaufe des Brennens nicht. —

Mit der Zeit erwärmten sich die Schilfbretterwände, ließen aber, die Fugen, sowie die vorgenannten braunen Stellen ausgenommen, noch immer die Berührung mit der Hand zu. Trotz der hohen Temperatur, welche durch beständiges Nachfeuern, und wie nachher festgestellt wurde, im Innern der Gebäude bis auf ca. 1000° C. gebracht wurde, konnten keinerlei Verkrümmungen der Schilfbretter oder der Wände überhaupt wahrgenommen werden.

Die dem Feuer unmittelbar ausgesetzten Wandflächen der Häuschen erlitten infolge dieser Beanspruchung besonders da, wo die Flammen am wirksamsten waren, viele kleine durcheinander gehende Risse, welche Erscheinung sich nach etwa dreißig Minuten Brennzeit bemerkbar machte.

Bei weiterem Brennen traten infolge dieser Rißbildung Abbröckelungen ein, welche das Schilf bloßlegten, wodurch dasselbe zu glühen begann. Trotzdem erfuhren hierdurch weder die Außenfläche der Gebäude, noch die ganze Konstruktion eine mit dem Auge wahrnehmbare Veränderung. Nur machte sich an den ersteren eine erhebliche Wärmeerhöhung fühlbar.

Nach fünfzig Minuten Brennzeit stürzte in dem nur aus Schilfbrettern bestehenden Häuschen das als Stütze dienende Schilfbrett zusammen, wohl aus dem Grunde, weil dessen innerer Zusammenhang durch das von allen Seiten darauf einwirkende Feuer außerordentlich beansprucht und daher gelockert worden war.

Um 12 Uhr (also nach einer Stunde Brennzeit) wurde, um den Versuch zu beenden, das Feuer durch einen starken Wasserstrahl gelöscht und dieser sowohl gegen die Außenwände als auch direkt in das Innere der Gebäude auf Wände und Decken gerichtet, wobei weitere Theile der Innenflächen herabfielen.

Die nach vollständiger Löschung des Feuers vorgenommene Untersuchung ergab:

1. Das Aeußere der Gebäude hatte an Form und Aussehen — von der Bildung kleiner Risse abgesehen — eine Veränderung nicht erlitten.
2. Von den Innenwänden waren kleine Theile abgebröckelt.
3. Die im Inneren der Gebäude aufgestellten Metalle und Metall-Legirungen waren bis auf einschließlich Nr. 3 geschmolzen, so daß also eine Hitze von ca. 1000° C. geherrscht hatte.
4. Das Glas des Fensters im Schilfbretter-Häuschen war zum Theil geschmolzen.
5. Das in dem freien Raume B desselben an der Zwischenwand befestigte Papier war unversehrt; das ebenfalls hier aufgehängte Maximum-Thermometer zeigte 34,7° C. an.
6. Die Schilfbretter, welche die Decke bildeten, hatten sich in der Mitte um ca. 3 cm gesenkt.
7. Die Ummantelungen der Säule, des I-Trägers und des hölzernen Balkens in dem Gebäude mit Holzkonstruktion waren nahezu intakt erhalten.
8. Innerhalb des Mantels der Säule hatte die Wärme — durch ein Maximum-Thermometer gemessen — 67° C. erreicht.
9. Das dort angebrachte Stück Schwefel war scharfkantig erhalten, während das auf der Kopfplatte der Säule befestigt gewesene Stück Pech herabgeschmolzen war.
10. Der Zinn-Ueberzug des Wellblechs war geschmolzen.

Im Anschlusse an diese Feuerprobe wurden mit den hierzu benutzten Schilfbrettern auch Versuche auf Bruchfestigkeit angestellt und zwar

a) mit Schilfbrettern, welche dem Feuer nicht ausgesetzt waren,
b) mit Schilfbrettern, welche aus den Versuchshäuschen nach Beendigung der Brandprobe entnommen waren.

Die hierbei ermittelten Ergebnisse befinden sich auf Seite 232 unter Nr. 582—585 dieses Heftes verzeichnet.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunter Jahrgang: 1891.

Sechstes Heft.

Mit drei Tafeln.

TRANSFERRED
JAN 7 1911

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1891.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission. Seite

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1890/91 271

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Die mikrophotographische Ausrüstung der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt. Vom Vorsteher Professor A. Martens 278
2. Die Bestimmung der Maschinenrichtung eines Papiers. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 293
3. Die Untersuchung der vegetabilischen Schmieröle mit besonderer Berücksichtigung der qualitativen Reaktionen. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde 294

III. Mittheilungen aus der chemisch-technischen Versuchsanstalt.

(Fehlen.)

IV. Mittheilungen aus der Prüfungsstation für Baumaterialien.

Ergebnisse der Untersuchungen von Bitumenlithproben. Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme . 303

V. Kleinere Mittheilungen.

(Fehlen.)

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

IX. Jahrgang. 1891. Sechstes Heft.

I. Mittheilungen der Königlichen Aufsichts-Kommission.

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1890/91.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

a. Personalbestand.

Die Zahl der Beamten der Anstalt blieb in der gleichen Höhe wie in den Vorjahren erhalten, jedoch ist durch die dauernde Erweiterung des Etats eine größere Beständigkeit in der Besetzung der einzelnen Stellen eingetreten. Zugleich mit der Erweiterung des Etats wurden besondere Stellen für die Vorsteher der einzelnen Abtheilungen geschaffen und der Vorsteher der Anstalt, sein Stellvertreter, der zugleich Vorsteher der mechanisch-technischen Abtheilung ist, sowie ein Kanzleibeamter fest angestellt. Von dem aus dem Etat besoldeten Personal waren außer dem Vorsteher beschäftigt:

1. für die mechanisch-technische Abtheilung und den allgemeinen Betrieb der Anstalt 16 Personen, nämlich der Abtheilungsvorsteher, 4 Assistenten, 2 technische Hülfsarbeiter, 1 Büreaubeamter nebst 3 Schreibern, 1 Feinmechaniker, 2 Gehülfen, 1 Arbeiter und 1 Diener;
2. für die Abtheilung für Papierprüfung 5 Personen, nämlich der Abtheilungsvorsteher, 2 Assistenten und 2 technische Hülfsarbeiter;
3. für die Abtheilung für Oelprüfung 2 Personen, nämlich der Abtheilungsvorsteher und 1 technischer Hülfsarbeiter, insgesammt demnach 23 Personen.

Außerdem waren im Interesse umfangreicher Untersuchungen im Auftrage der Königlichen Ministerien für Handel und Gewerbe und für öffentliche Arbeiten in jeder Abtheilung ein Assistent und in der mechanisch-technischen Abtheilung ferner ein technischer Hülfsarbeiter und ein Arbeiter beschäftigt. Die hierfür erforderlichen Aufwendungen wurden theils aus den außerordentlichen Zuschüssen der genannten Ministerien, theils aus den Einnahmen der Anstalt bestritten.

b. Vermehrung der Hülfsmittel.

Die von dem Ministerium für Handel und Gewerbe in Aussicht genommene umfassende Untersuchung der Konstruktionsverhältnisse von Drahtseilen, sowie die mehrfach an die Anstalt

herangetretene Aufforderung, besonders starke Drahtseile auf Zugfestigkeit zu prüfen und gußeiserne Säulen sowie schmiedeeiserne Konstruktionstheile auf Knickungsfestigkeit zu untersuchen, führten zur Beschaffung einer neuen Zerreißmaschine mit 500 t. Kraftleistung und zur Errichtung eines besonderen Gebäudes für diese Maschine, in dem zugleich die Vorrichtung für die Prüfung von Wellblechen untergebracht ist. Die neue Maschinenanlage ist so getroffen, daß neben den gewöhnlichen Zug- und Druckversuchen auch Versuche mit erhitzten Konstruktionstheilen angestellt werden können. Die Aufstellung der Maschine ist noch nicht beendet, jedoch steht ihre Uebergabe seitens des Fabrikanten an die Anstalt demnächst bevor. Die Anstalt wird alsdann so eingerichtet sein, daß sie den weitestgehenden Ansprüchen bezüglich der Prüfung einzelner Stäbe und ganzer Bautheile gerecht zu werden vermag, da die Maschine Einspannlängen bis zu 17 m gestattet und Stücke von nahezu 0,8 m Breite oder Durchmesser noch geprüft werden können. Zur Prüfung und wiederholten Justirung dieser Maschine ist ein Gußstahlstab von etwa 9,5 m Länge und hinreichender Stärke beschafft, so daß er, selbst mit der Höchstleistung der Maschine beansprucht, noch nicht bis zu seiner Elastizitätsgrenze belastet ist. Der Stab wird gleichsam als Kontrolmeßfeder Verwendung finden, indem die Anzeigen der mit der Maschine verbundenen Hebelwage mit den Dehnungswerthen des Stabes in Vergleich gestellt werden. Zur Ermittelung dieser Dehnungswerthe sind nach den Entwürfen des Vorstehers durch den Mechaniker der Anstalt besondere Meßapparate angefertigt worden, welche die Dehnungen mit außerordentlicher Vergrößerung anzeigen. Andere Apparate sind angefertigt, welche zur selbstthätigen Aufzeichnung von Schaulinien aus den Kräften und Formänderungen dienen.

Von den Neubeschaffungen aus dem Etat der Anstalt sind hervorzuheben: eine Anzahl optischer Gläser und Apparate für die mikroskopische Untersuchung von Metallschliffen, ein Helioſtat nach Spener, sowie ein Lünemannscher Zirkonbrenner zur Erzielung einer konstanten Beleuchtung bei mikrophotographischen Aufnahmen, ein Paar Kortümscher Seilschlösser zur Einspannung von Seilen bis zu 32 mm Durchmesser, eine mit Kugellagerung versehene Einspannvorrichtung für Flachstäbe, ferner Einspannvorrichtungen zur Prüfung ganzer Rohre auf Zugfestigkeit sowie eine Einrichtung zur Prüfung von Lagermetallen auf Abnutzung.

c. Arbeiten der Anstalt.

1. Die Inanspruchnahme der mechanisch-technischen Abtheilung seitens der Behörden und Privaten erfuhr im Rechnungsjahr 1890/91 gegen das Vorjahr wiederum eine ganz erhebliche Steigerung, wie aus der weiter unten gegebenen tabellarischen Uebersicht über die in allen Abtheilungen auf Grund laufender Prüfungsanträge zur Ausführung gelangten Versuche und über die erzielten Gebühreneinnahmen zu ersehen ist.

Die einzelnen Versuchsreihen erstreckten sich, soweit aus den Angaben der Antragsteller zu ersehen war, auch im verflossenen Jahre zum großen Theil wieder auf sogenannte Abnahmeprüfungen, welche zum Nachweis der vertragsmäßigen Lieferung von Materialien dienen sollten. Erfreulicher Weise tritt indessen auch immermehr die Zahl derjenigen Untersuchungen in den Vordergrund, welche den Antragstellern zur eigenen Belehrung über die Güteeigenschaften ihrer Erzeugnisse zur Richtschnur bei weiteren Fabrikationen dienen sollen, sogenannte Fabrikationsproben.

Unter den Abnahmeprüfungen sind hervorzuheben die mehrfachen umfangreichen Aufträge des Königlichen Abnahmekommando I zu Berlin und der Gewehrfabrik zu Spandau, betreffend die Prüfung von Rohmaterialien und vorgearbeiteten Stücken für die Gewehrfabrikation, sowie

des Königlichen Ingenieur-Komitees auf Untersuchung von Panzerplatten-Material, ebenso eine ganze Reihe von Versuchen mit Baukonstruktionsmaterial für Brücken und Gasometer, sowie ferner Prüfungen mit Hanf und Drahtseilen und schließlich solche mit ganzen Säulen.

Die ausgeführten Fabrikationsproben zerfallen in Versuche mit Rohmaterialien und solche mit ganzen Konstruktionstheilen. Zu den ersteren mögen hier erwähnt sein: je zwei umfangreiche Versuchsreihen mit verschiedenen Lagermetallen auf Druck- und Scheerfestigkeit, sowie mit komprimirten Stahlwellen auf Zug-, Biegungs- und Torsionsfestigkeit zur Entscheidung über die Auswahl des für diese Erzeugungsart von Wellen geeignetsten Materials; umfassende Versuche mit gelötheten Bronzeblechen im Auftrage des Torpedodepots, sowie ganz besonders die außerordentlich zahlreichen Einzelversuche und Versuchsreihen im Auftrage der Deutsch-Oesterreichischen-Mannesmannröhren-Werke zu Berlin, welche zur Kontrole ihrer laufenden Fertigungen, sowie zur Ermittelung des Einflusses der Bearbeitung durch das Schrägwalzverfahren auf die Festigkeitseigenschaften des vorher im rohen Zustande geprüften Materials ausgeführt wurden.

Unter den Fabrikationsproben mit ganzen Konstruktionstheilen sind hervorzuheben: eine Reihe von Versuchen mit Kohlensäureflaschen auf inneren Druck, unter gleichzeitiger Erhebung der Festigkeitseigenschaften des Materials der Flaschen, zur Entscheidung der Frage, welches Herstellungsverfahren die größte Betriebssicherheit der Flaschen gewährleistet; Versuche mit ganzen Rohren zur Ermittelung ihrer Längs- und Querfestigkeit, sowie ihres Widerstandes gegen Durchbiegen und Einknicken; Zugversuchen mit Flaschenzügen und Ketten zur Ermittelung der günstigsten Materialausnutzung, sowie schließlich eine mehrere hunderte von Versuchen umfassende Reihe von Seilprüfungen im Auftrage des Verbandes deutscher Seiler zur Feststellung der günstigsten Konstruktionsverhältnisse.

Gerade diese letzte Gruppe, die Versuche mit ganzen Konstruktionstheilen, ist es, zu deren Ausführung die Versuchs-Anstalt in noch weit erheblicherem Maße zum eigenen Nutzen der Antragsteller würde herangezogen werden können. Obschon nicht verkannt werden kann, daß die Ausführung einfacher laufender Materialprüfungen durch die Anstalt den Prüfungen auf den eigenen Werken gegenüber den Nutzen mit sich bringt, daß die Versuche mit den vollkommensten Hülfsmitteln und unter Wahrung möglichst großer Sorgfalt angestellt werden, so steht doch diesem Vortheil der in den seltensten Fällen unvermeidliche Nachtheil eines größeren Zeitaufwandes gegenüber, welcher bei derartigen stets eiligen Versuchen weit mehr ins Gewicht fällt, als geringe Ungenauigkeiten in den erzielten Versuchsergebnissen. Ganz anders aber liegen die Verhältnisse bezüglich der Versuche mit fertigen Konstruktionstheilen. Derartige Versuche erfordern, abgesehen davon, daß sie wohl stets von solchen Werken gewünscht werden, welche nicht mit geeigneten Prüfungseinrichtungen ausgerüstet sind, ausnahmslos eine ihrer Eigenartigkeit angepaßte Zugrichtung der Einspannvorrichtungen, sowie der Meßwerkzeuge zur Beobachtung der unter den Belastungen auftretenden Formänderungen. Diese Beschaffungen sind durch die Versuchsanstalt, seitdem ihr die Werkstatt der Technischen Hochschule zur Verfügung steht, sicherlich mit dem geringsten Zeitaufwand und auch mit den geringsten Kosten für den Antragsteller zu bewirken, da ihm meist lediglich die Kosten für das verwendete Material in Rechnung gestellt werden, sofern die fertige Einrichtung nach dem Versuch in den Besitz der Anstalt übergeht. Ganz besonders aber sind es die Erfahrungen bezüglich der zweckmäßigen Durchführung der Versuche, um ihre Ergebnisse möglichst nutzbringend zu gestalten, welche der Anstalt zur Seite stehen und sie daher jedem Unbefangenen als die geeignetste Stätte für derartige Versuche erscheinen lassen werden.

Wenn nun die Anstalt trotzdem nach dieser Richtung nicht in einem solchen Maße in Anspruch genommen wird, als es dem heutigen Stande unserer vaterländischen Industrie auf dem Gebiete des Maschinenbaues und der Baukonstruktionen entsprechen würde, so dürfte die Ursache hierzu theils in dem noch immer unzulänglichen Bekanntsein der Einrichtungen der Anstalt und ihrer Aufgaben, theils in der vermeintlichen Verzögerung der Versuche bei Ueberweisung an die Anstalt zu finden sein. Dem ersteren Umstande hat der Vorsteher durch einen Vortrag in dem Dortmunder Bezirksverein deutscher Ingenieure zu begegnen gesucht. Der Inhalt dieses Vortrages ist aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure[1]) nicht nur in die Mittheilungen aus den technischen Versuchsanstalten,[2]) sondern auch in eine ganze Reihe anderer technischer Zeitschriften übergegangen und sichtlich nicht ohne Einfluß auf die Inanspruchnahme der Anstalt geblieben. Ferner hat der vorgesetzte Herr Minister dem Vorsteher und den Beamten der Anstalt Gelegenheit gegeben durch Studienreisen und den Besuch der Versammlungen technischer Vereine, z. B. des Vereins deutscher Ingenieure und des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, persönlich Fühlung mit Industrie und Gewerbe zu suchen. Der vermeintlichen Verzögerung der Versuche in der Anstalt aber wird der Boden vollends entzogen sein, nachdem die im Zuge befindlichen Neueinstellungen einer 50 Tonnen-Maschine von Pohlmeyer und mehrerer Werkzeugmaschinen zur Probenbearbeitung bewirkt sind und nachdem noch die weiter in Aussicht genommene Beschaffung einer Pohlmeyerschen Maschine von 100 Tonnen und einer größeren Zahl von Arbeitsmaschinen bewirkt sein wird.

Außer den voraufgeführten Versuchsreihen mögen noch solche genannt sein, welche neben praktischen Zwecken gleichzeitig zur Lösung wissenschaftlicher Fragen dienten. Hierher gehören der Antrag der Königlichen Eisenbahndirektion Köln (linksrheinische) auf vergleichende Zug-, Druck- und Knickversuche mit Proben aus Fluß- und Schweißeisen und der Antrag der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgenössischen Polytechnikum zu Zürich auf Schlagbiege-, Stauch- und Druckversuche mit Aluminiumlegirungen.

Schließlich möge noch erwähnt sein, daß die Abtheilung sowohl von Seiten einzelner Gerichtsbehörden als auch von Privaten mit einer Reihe von Versuchen betraut wurde, welche zur Aufklärung von Betriebsunfällen dienten.

Im Ganzen gelangten (während der Zeit vom 1. April 1890 bis dahin 1891) in der mechanisch-technischen Abtheilung 162 laufende Prüfungsanträge zur Erledigung, von denen 31 auf Behörden und 131 auf Private entfallen. Diese Aufträge umfassen 2047 Einzelversuche und zwar: 1281 Zugversuche (949 mit Metallen und deren Legirungen, 10 mit Riemen, 66 mit Drahtseilen, 214 mit Hanfseilen und Garnen, 14 mit Ketten, 25 mit Drähten und 3 mit Konstruktionstheilen); 128 Schlagversuche mit Proben aus verschiedenen Metallen; 307 Druck- und Knickversuche mit Metall- und Holzproben; 45 Biegeversuche; 5 Torsionsversuche mit Stahlwellen; 32 Scheerversuche; 156 technologische Proben; 48 Versuche auf inneren Druck; 29 planimetrische Bestimmungen von Schienenprofilen; 1 spezif. Gewichtsbestimmung; 3 Ermittelungen des Aschengehaltes von Hanfproben, sowie die Herstellung von 10 Stahlschliffen zur mikroskopischen Untersuchung des Gefüges nebst Anfertigung der zugehörigen mikrophotographischen Aufnahmen. Außerdem wurden 7 Gutachten abgegeben.

2. Neben diesen laufenden Prüfungsarbeiten wurden die wissenschaftlichen Untersuchungen im Auftrage der Königlichen Ministerien, d. h. die Dauerbiege- und Schlagversuche im Anschluß an die Eisenbahnmaterialuntersuchungen, die Schlagdauerversuche mit Seilverbin-

[1]) Jahrgang 1890, Nr. 904.
[2]) Jahrgang 1890, S. 237.

dungen, sowie die Untersuchungen über die Konstruktionsverhältnisse von Drahtseilen, zu deren Erledigung eine längere Reihe von Jahren vorgesehen ist, fortgeführt. Neu in Angriff genommen wurde eine umfassende Untersuchung mit Kupferblech im Auftrage des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe, welche als Vorarbeit für weitere Versuchsreihen den Zweck hat, den Einfluß der voraufgegangenen Bearbeitung, der Stabform, sowie der Versuchsgeschwindigkeit auf die Festigkeitseigenschaften des Materials zu ermitteln. Zum Abschluß gebracht wurde die Untersuchung über den Einfluß des Glühens auf die physikalischen Eigenschaften von Eisen- und Stahldrähten. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse sind in den „Mittheilungen" 1891, Heft 3 veröffentlicht. —

Der Abtheilung für Papierprüfung lag neben den Prüfungen von Papieren nach Maßgabe der Normalien ein Antrag auf umfassende Untersuchungen von Geweben vor, deren Ergebnisse als Grundlagen zur Aufstellung von Lieferungsbedingungen dienen sollten. Ferner wurden die Untersuchungen über den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften des Papiers fortgesetzt und namentlich sehr umfangreiche Arbeiten zur weiteren Ausbildung des mikroskopischen Untersuchungsverfahrens in Angriff genommen. Insgesammt wurden zu 490 Anträgen 697 Papiere untersucht. Von den genannten Anträgen entfallen 224 mit 490 Papieren auf Behörden und 266 mit 477 Papieren auf Private.

Die Abtheilung für Oelprüfung hat in dem verflossenen Jahr zu 57 Anträgen 107 Oele untersucht. Von den Anträgen entfallen 8 mit 43 Oelen auf Behörden und 49 mit 64 Oelen auf Private. Außerdem wurden die vergleichenden Untersuchungen von Oelgemischen auf Schmierfähigkeit und physikalische Eigenschaften fortgesetzt und zahlreiche Reihen von Untersuchungen zur weiteren Ausbildung der Prüfungsverfahren angestellt, deren Ergebnisse zum großen Theil bereits in den „Mittheilungen" veröffentlicht wurden. —

Im Vergleich zu den Vorjahren stellt sich die Inanspruchnahme wie folgt:

Abtheilung	Jahrgang	1883/84	1884/85	1885/86	1886/87	1887/88	1888/89	1889/90	1890/91
mechanisch-technische	Zahl der Aufträge	39	48	36	60	70	94	135	159
	Zahl der Versuche	551	239	371	463	530	1064	1924	1956
	Gebührenbeträge	4678,00	3567,75	3087,88	4679,76	4360,90	4252,65	7871,00	9908,08
für Papierprüfung	Zahl der Aufträge	—	136	288	311	295	318	280	490
	Zahl der Papiere	—	696	876	643	693	677	542	967
	Gebührenbeträge	—	4902,00	10722,65	11288,75	9310,00	11080,00	9379,00	16015,00
für Oelprüfung	Zahl der Aufträge	—	—	—	—	6	49	27	57
	Zahl der Oele	—	—	—	—	25	139	89	107
	Gebührenbeträge	—	—	—	—	668,00	2761,00	1516,10	1311,00
Gesammtgebührenbetrag		4678,00	8469,75	13810,53	15968,51	14338,90	18093,65	18766,10	27234,08

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Im Etatsjahre 1890/91 wurde die Thätigkeit der Chemiker durch folgende umfangreiche Arbeiten in Anspruch genommen:

1. Versuche zur Gewinnung von Oxalsäure aus Sulfitcellulose-Laugen nach Nettlschem Patentverfahren.
2. Fortsetzung der Versuche zur Bestimmung des Kohlenstoffs im Eisen.
3. Fortsetzung der Untersuchungen über die Bestimmung des Kobalts.
4. Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Godeffroy und Coulonschen Methode der Holzschliffbestimmung im Papier.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etats-Jahr 357 Analysen erledigt.

Von diesen entfielen: auf Reichsbehörden 83, auf Staatsbehörden 131, auf Private 143, und zwar klassifiziren sich dieselben nach Art der Materie wie folgt:

a. Anorganische Materien.

Metalle und Legirungen 162, Mineralien und Erze 18, Thon und Chamotte 3, Kalk und Cement 3, Salz und Salzlösungen 8, Wasser 19, Summa 213.

Von den 162 Analysen von Metallen und Legirungen entfallen auf: Stahl und Eisen 58, Kupfer 17, Zinn 4, Zink 4, Messing 38, Bronze 4, Hartblei 7, Legirungen anderer Kompositionen 30.

b. Organische Materien.

Mineralöle und Fette 65, Kohlen und Briquettes 14, andere organische Stoffe 32, Summa 111.

c. Tinten 29.

d. Eisen- und Stahlschliffe 4.

Was die finanziellen Resultate der Anstalt im vergangenen Etatsjahre anbelangt, so betrugen

die Einnahmen:

von Reichsbehörden 2375 Mk., von Staatsbehörden 2639 Mk., von Privaten 3338 Mk., in Summa 8352 Mk.

C. Prüfungs-Station für Baumaterialien.

Im Betriebsjahre 1890/91 sind im allgemein wissenschaftlichen und öffentlichen Interesse, sowie auf Anträge von Behörden und Privaten im Ganzen 907 Prüfungsanträge in zusammen 19831 Versuchen zur Ausführung gelangt. Im Betriebsjahre 1889/90 waren 1134 Prüfungs-Anträge in 22852 Versuchen bearbeitet worden.

Nach dem Stoffe geordnet ergeben die bearbeiteten Prüfungsanträge die in nachstehender Tabelle enthaltene Zusammenstellung.

Tabellarische Zusammenstellung

der in dem XX. Betriebsjahre 1890/91 in der Königlichen Prüfungs-Station für Baumaterialien ausgeführten Untersuchungen.

		Anzahl der Anträge	Anzahl der Versuche
I.	Untersuchungen der Eigenschaften von gebrannten und ungebrannten Steinen, sowie von Bruchsteinen		
a.	Prüfungen auf Druckfestigkeit		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine	263	2531
	β) „ Bruchsteine	141	1259
	γ) „ Asphaltplatten	2	20
b.	Prüfungen auf Wasseraufnahme (Wasserdurchlässigkeit)	36	740
c.	Prüfungen auf Wasseraufnahme, Bruchflächenbeschaffenheit, Wetterbeständigkeit		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine	62	1260
	β) „ Dachziegel	3	60
d.	Bestimmungen des spezifischen Gewichts und Härtegrades (letzteres nur für Ziegel)		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine	58	349
	β) „ Dachziegel	2	12
e.	Prüfungen auf Bruchfestigkeit		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine, sowie Gipsdielen und Schilfbretter	55	505
	β) für Bruchsteine	11	110
f.	Prüfungen auf Feuerbeständigkeit[1])		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine, sowie an Dachbedeckungsmaterialien	30	104
	β) für Bruchsteine	2	10
	γ) „ Gipsdielen und Schilfbretter, bezw. daraus gefertigte Häuschen	20	200
i.	Prüfungen von Dachpappen auf Zugfestigkeit, Dehnbarkeit und Wasseraufnahme	7	102
k.	Prüfungen auf Abnutzbarkeit und spezifisches Gewicht		
	α) für Ziegel und andere künstliche Steine	11	88
	β) „ Bruchsteine	29	287
	Prüfungen auf Zugfestigkeit von Bruchsteinen	16	160
II.	Cementuntersuchungen auf Frostbeständigkeit, Abnutzung, Gewicht, Mahlung, Temperatur-Erhöhung, Abbindezeit, Volumenbeständigkeit, Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Adhäsionsvermögen	116	9750
III.	Traßuntersuchungen. Wie bei den Cementen behandelt	6	790
IV.	Kalkuntersuchungen. Wie bei den Cementen behandelt	3	1160
V.	Untersuchungen von Vitumelith in reinem Zustande und in Verbindung mit Normalsand auf Zug, Druck, Bruch, Wasseraufnahme ꝛc.	34	334
	Summa	907	19831

[1]) Die durch Feuer beanspruchten Probekörper wurden auf bezw. Zug, Bruch oder Druck geprüft.

Von den bearbeiteten 907 Prüfungsanträgen beziehen sich 748 Anträge (in 7797 Versuchen) auf Druck-, Zug-, Bruchfestigkeit, Wasseraufnahme, Bruchflächenbeschaffenheit, Wetterbeständigkeit, Feuerbeständigkeit, spezifisches Gewicht, Abnutzbarkeit und Härte von künstlichen und natürlichen Steinen, künstlichen Platten, Dachpappen, Gipsdielen und Schilfbrettern, wozu die erforderlichen Versuchskörper in sachgemäßer Bearbeitung an die Station eingereicht und, soweit erforderlich, daselbst vor der Prüfung justirt wurden; ferner 159 Anträge (in 12134 Versuchen) auf Zug-, Druck-Festigkeit, Adhäsionsvermögen, Gewicht, Mahlung, Temperaturerhöhung, Abbindezeit, Volumenbeständigkeit, spezifisches Gewicht, Wasserdurchlässigkeit, Frostbeständigkeit und Abnutzbarkeit von Cementen, Cement-Kalk- und Traßmörteln, sowie von Bitumelith, wozu die Prüfungsobjekte und Versuchskörper aus den eingereichten Bindemitteln in der Station hergestellt wurden.

Von den ausgeführten 907 Prüfungsanträgen entfallen 151 Anträge mit 5012 Versuchen auf Reichs- und Staatsbehörden und 756 Anträge mit 14819 Versuchen auf Private.

Die Baumaterialien-Sammlung der Anstalt ist durch viele aus den Untersuchungen hervorgegangene interessante Versuchskörper, bezw. Belagstücke bereichert und dem Betriebe entsprechend erweitert worden.

Während des verflossenen Betriebsjahres erhielt die Station mehrere Besuche seitens interessirter Vereine und auswärtiger Fachgenossen.

Die im Betriebsjahre 1890/91 vereinnahmten Prüfungsgebühren betrugen 31285 Mark gegen 37557,25 Mark im Vorjahre.

II. Mittheilungen aus der mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

1. Die mikrophotographische Ausrüstung der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

Vom Vorsteher Professor A. Martens.

Hierzu Tafel IV bis VI.

Die photographischen Einrichtungen der mechanisch-technischen Versuchsanstalt sind zum Theil für die Abbildung von Bruchflächen, Probestücken, Maschinen u. a. m. bestimmt, zum Theil dienen sie für die Aufnahme von mikroskopischen Bildern von Faserstoffen, von geschliffenen und geätzten Flächen der Metalle, um deren Kleingefüge darzustellen; auch für die Vergrößerung photographischer Negative und für die Projektion vergrößerter Bilder nach Glaspositiven zum Zweck der Unterstützung von Vorträgen sind geeignete Vorrichtungen vorhanden.

Für die einfachen makroskopischen Aufnahmen wurden Apparate der gebräuchlichen Form mit Objektiven von Steinheil benutzt. Hierzu sind zur bequemen Aufnahme von Bruchflächen bei bestimmter Verkleinerung oder schwacher Vergrößerung geeignete Vorkehrungen in der Ausführung begriffen, um Objekt und photographischen Apparat ohne Störung der Einstellung gemeinsam in die beste Lage zum einfallenden Licht zu bringen.

Für Vergrößerung nach Glasnegativen und für Projektionszwecke ist ein Skioptikon mit Zirkonlampe vorhanden, welches bei Herstellung schwacher Vergrößerungen mit einer phot-

graphischen Kammer, bei Anfertigung von Papier- (Eastman) Positiven mit großer Bildfläche mit der Dunkelkammer verbunden wird. Die Vergrößerung nach dem Glasnegativ wird indessen nur bei makroskopischen Aufnahmen ausgeführt.

Die mikrophotographischen Aufnahmen wurden anfangs mit einem nach meinen Entwürfen in der eigenen Werkstatt der Anstalt angefertigten senkrecht aufgestellten Apparat bewirkt. Die senkrechte Aufstellung wird jedoch, wenn es sich um starke Vergrößerungen handelt etwas unbequem. Für starke Vergrößerungen ist es aber unerläßlich Mikroskop und Kammer, vollkommen getrennt von einander, erschütterungsfrei aufzustellen. Daher wurde bald das Bedürfniß nach einer festen horizontalen Aufstellung des ganzen mikrophotographischen Apparates fühlbar. Die später zu beschreibende Einrichtung dieses Apparates mußte nach und nach angeschafft werden, da besondere Mittel hierfür nicht zur Verfügung standen, und deswegen ist von der Beschaffung eines der bekannten großen Apparate Abstand genommen. Diese Apparate sind in der Regel vorwiegend für Aufnahmen bei durchfallendem Licht eingerichtet, während die Mehrzahl der in der Versuchsanstalt zur Aufnahme gelangenden Objekte bei auffallendem Licht photographirt werden muß. Da nun die Verfahren für die Aufnahme mit auffallendem Licht bei Weitem nicht die gleiche Ausbildung besaßen und Erfahrungen hierüber nur spärlich veröffentlicht worden sind, so kam es mir für die praktische Gestaltung der zu schaffenden Einrichtung besonders zugut, daß ich durch die Verhältnisse gezwungen war, schrittweise vorzugehen. Ich habe an dieser Stelle ganz besonders die freundliche Unterstützung zu erwähnen, welche mir durch wiederholte Rathschläge und verständnißvolles Eingehen auf meine Anregungen von der Firma Carl Zeiß in Jena zu Theil wurde. Ganz wesentliche Hülfe hat mir das vorzügliche Werk von Dr. R. Neuhauß: Lehrbuch der Mikrophotographie, Braunschweig 1890, Harald Bruhn — geleistet. Da ich mich in Nachstehendem auf eine ganz kurze Darstellung der Apparate der Anstalt in ihrer gegenwärtigen Form und Beschreibung des bei der Aufnahme innegehaltenen Verfahrens beschränken muß, so kann ich den sich für die Mikrophotographie besonders interessirenden Leser nicht angelegentlich genug auf das genannte Werk und auf die von Dr. Roderich Zeiß in dem Spezialkatalog über Apparate für Mikrophotographie der genannten Firma gegebenen Rathschläge verweisen.

Von der Mittheilung der Konstruktion des älteren senkrechten Apparates der Anstalt nehme ich unter Hinweis auf die von der Firma Zeiß in ihrem Katalog Nr. 29 vom Jahre 1891 Seite 99 unter Nr. 69 angebotene Vorrichtung Abstand, weil die letztere ihrem Zwecke unzweifelhaft noch besser entspricht als die früher von mir benutzte. Ebenso unterlasse ich es über die Wandlungen zu berichten, die der zu beschreibende große Apparat im Laufe der Zeit erfuhr.

Tafel IV giebt in den Figuren 1—3 in $^1/_{20}$ der natürlichen Größe die Einrichtungen der photographischen Dunkelkammer, die hier besonders deswegen mitgetheilt wird, weil sie sich praktisch gut bewährt hat und weil anzunehmen ist, daß jedem, der sich neu einrichten will, mit den Plänen gedient sein wird. Ueber die Grundgedanken, nach denen die Anlage gemacht ist, sei bemerkt, daß das Einlegen der Platten in die Kassetten, die Herausnahme und Entwickelung ganz vollständig im Dunklen ausgeführt wird. Aus diesem Grunde sind die Anordnungen und Abmessungen so gewählt, daß man vom Sitz aus alle einzelnen nach einander zu benutzenden Gegenstände bequem erreichen und ganz sicher finden oder wieder an ihren bestimmten Platz bringen kann. Platten, Kassette, Staubpinsel, Entwickler, Brause, Fixirbad, Waschvorrichtung, Seife, Handtuch sind alle ohne Erheben vom Sitz zu erreichen.

Ueber die Einzelheiten will ich nur kurz anführen, daß die beiden Räume durch einen dicken Vorhang getrennt sind. Der Entwicklungsraum kann durch einen Blechschieber vor dem doppelten rothen Schiebefenster ganz verdunkelt werden, während der zur Herstellung der Papierbilder benutzte Vorraum durch rothes Licht schwach erleuchtet ist. Um gelegentlich die Ecke neben dem Spülkasten im Entwicklungsraum zu beleuchten, ist ein weiß gestrichener Schirm angebracht, welcher, vorgeklappt, das Licht vom Fenster aus reflektirt. Um das Fixirbad vor Staub zu schützen ist es mit einem Blechdeckel versehen. Das Waschen der Platten geschieht in beständig fließendem Wasser. Für die Lüftung sind lichtdichte Oeffnungen am Boden und an der Decke des Raumes vorgesehen. Um die Zeit für die Entwickelung zuverlässig zu bemessen, ist an der hölzernen Wand außen eine von Gebr. Epner in Berlin gelieferte Schwarzwälderuhr angebracht, deren Schlagwerk jede Minute einen Schlag giebt.

Der mikrophotographische Apparat ist in Figur 4—7 ebenfalls in $^1/_{20}$ der natürlichen Größe dargestellt; in Figur 8—13 ist die Konstruktion des Mikroskopes in $^1/_5$ natürlicher Größe abgebildet. Auf zwei eisernen, in die Fensterwand eingelassenen Konsolen sind die Tische für die Aufnahme des Mikroskopes und der Balgkammer vollkommen getrennt von einander angebracht. Ueber der Kammer befindet sich ein Schränkchen zur Aufbewahrung der Nebenapparate, und in der zurückspringenden Ecke der Fensterwand ist die eiserne Sauerstoffflasche aufgestellt. Diese wird von Dr. Elkan, Berlin N., Teglerstr. 15, mit starkgepreßtem Sauerstoff gefüllt und mit einem Druckregulirventil versehen, geliefert. An dem Tisch für das Mikroskop wird unten mittelst einer Flügelmutter die Beleuchtungsvorrichtung befestigt, deren anderes Ende durch einen beweglichen Fuß auf den erschütterungsfreien Asphaltfußboden gestützt ist. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die Beleuchtungsvorrichtung in die Lagen senkrecht zur optischen Axe des Mikroskopes (Figur 4 und 7), oder, wie in Figur 4 durch die strichpunktirte Mittellinie angedeutet, schief zur Axe gestellt, oder endlich, wie punktirt gezeichnet (Figur 4), in die Richtung der Axe gebracht werden kann.

Die Beleuchtungsvorrichtung ist von der Firma Zeiß bezogen. Sie besteht aus der optischen Bank mit Linsensystem, zwei großen Irisblenden und dem Ständer für das Lichtfilter. Als Lichtquelle dient entweder eine Auersche Gasflamme oder eine Kochsche Zirkonlampe, welche von Wolz in Bonn geliefert wurde. Die Sauerstoff- und Gaszuführungen sind in Figur 7 durch S und G gekennzeichnet. Diese Lampe hat sich vortrefflich bewährt und man erhält nach guter Regelung von Gas- und Sauerstoffzufuhr[1]) ein sehr ruhiges und gleichmäßiges Licht, besonders wenn man die Zirkonkörper mit einer Feile zuspitzt, so daß die abgestumpfte Spitze eine Fläche von etwa 2—3 mm Durchmesser bekommt. Die Zirkonkörper soll man möglichst wenig mit feuchten oder schmutzigen Händen berühren. Die auf meinen Wunsch an Stelle der alten Blenden mit Einsatzblechen gelieferten Irisblenden haben sich als sehr praktisch erwiesen. Man kann insbesondere die erste Zentrirung der ganzen Beleuchtungsvorrichtung und die Einstellung seiner optischen Axe auf diejenige des Mikroskopes leicht mit Hülfe eines geraden Drahtes (z. B. Rundstahlstange) bewirken, den man in die Irisblenden einlegt und mit deren Hülfe auf die optische Axe des Mikroskopes und parallel zur optischen Bank einstellt. Die Leuchtfläche des Zirkonbrenners hat man alsdann nur auf das Drahtende zu richten. Die Blenden werden nun in ihrer Höhenlage mit ihren

[1]) Man beobachtet hierbei die glühende Spitze durch ein farbiges Glas und regelt die Hähne der Lampe so, daß die Endfläche des Zirkonkörpers ganz gleichmäßig glühend erscheint. Diese Endfläche ist von Zeit zu Zeit mit der Feile eben zu machen.

Klemmschrauben befestigt und nach Entfernung des Drahtes wird die Axe des Linsensystems mit dessen Trieb in die richtige Höhe gebracht. Die letzte Verbesserung der Zentrirung geschieht leicht unter Benutzung der hierzu vorgesehenen Einrichtungen. Eine gute Zentrirung ist aber durchaus nothwendig, wenn man gute Erfolge erzielen will. Von Wichtigkeit ist ferner die richtige Einstellung und Benutzung des Beleuchtungsapparates; dazu ist nothwendig, daß das Linsensystem seinen richtigen Platz vor dem Brenner erhält und daß durch Regelung des Auszuges am System das Flammenbild in die Ebene des Objektes verlegt wird. Das Nähere hierüber wird später zu besprechen sein. Als Lichtfilter benutze ich, da ich ausschließlich mit Erythrosin-Platten (von Schipang, Berlin) arbeite, das von Dr. Neuhauß empfohlene Zettnowsche Filter folgender Zusammensetzung: 160 g trockenes reines Kupfernitrat und 14 g reine Chromsäure mit 250 ccm Wasser; es läßt bei 1 cm dicker Schicht (vergl. Neuhauß S. 64) nur die gelbgrünen Strahlen (Wellenlänge 570—550) durch, für welche die Erythrosinplatten besonders empfindlich sind. Die Küvetten hierfür wurden von C. Leybolds Nachfolger in Köln bezogen; sie sind aus mit Emaille verschmolzenen Spiegelglasplatten hergestellt und bewährten sich besser als gekittete.

Das Mikroskop ist nach meinem Plane von der Firma Carl Zeiß entworfen und ausgeführt. Es steht auf einem durch Schraube in der Richtung der optischen Axe verschiebbaren Schlitten und ist auf einer Gußeisenplatte befestigt, die auf zwei festen Spitzen und einer Stellschraube ruht, so daß man die optische Axe des Mikroskopes wagerecht einstellen kann. Durch eine Schraube mit Gegenfeder ist das Instrument vor dem Kippen bei unvorsichtiger Berührung gesichert (vergl. Figur 9). Das Mikroskop besteht aus einem für sich mit grober und feiner Einstellung beweglichen Tisch und aus einem mit Trieb bewegbaren Tubus von 50 mm Weite. Tisch und Tubus finden ihre direkte Stützung auf dem gemeinsamen Träger[1]). Die Beweglichkeit des Tisches ist eine sehr ausgiebige um sowohl bei der Anbringung umfangreicher Objekte (Bruchstücke von Metallen u. s. w.) als auch der verschiedenen Hülfsvorrichtungen nicht beengt zu sein. Der Tisch hat die Einrichtung des Zeißschen photographischen Kreuztisches, welche eine am Nonius ablesbare Verschiebung um 10 mm der Tischplatte sammt Objekt von oben nach unten und von rechts nach links, sowie außerdem die Drehung der Tischplatte in ihrer Ebene gestattet. Die Anfangslage in letzterer Beziehung ist durch einen Riegel gesichert, der in eine Lücke der runden Tischplatte eingreift und gegebenen Falles deren Verbleiben in der Nulllage bewirkt. Die Platte hat eine Einlage, so daß man eine Tischöffnung bis zu 35 mm Durchmesser zur Verfügung hat. Die Beleuchtung für durchfallendes Licht geschieht mit dem achromatischen Condenser ohne Zentrirvorrichtung, jedoch verbleibt die Möglichkeit auch die übrigen Beleuchtungsapparate der Firma zu benutzen. Der Beleuchtungsspiegel kann durch Abziehen des Halters von seinem Stift leicht entfernt werden. Mittelst der gewöhnlichen Federklemmen kann auf dem Tisch ein in Figur 9 und 10 sichtbarer Objekthalter angebracht werden, welcher es gestattet auch bei unregelmäßig geformten Stücken die abzubildende Ebene des Objektes senkrecht zur optischen Axe einzustellen; der Rahmen ist um zwei zu einander senkrechte Axen drehbar. Die grobe Verschiebung des Tisches erfolgt mit Trieb und Zahnstange, die feine durch Mikrometerschraube von der matten Scheibe aus mittels abnehmbaren Schlüssels mit Hookschen Gelenken. Die Theilung an der Mikrometerschraube ist auf 0,01 mm eingerichtet.

Von dem Tubus können Vorder- und Hinterdeckel abgeschraubt werden (Figur 10) um

[1]) Neuhauß. S. 33.

makroskopische photographische Objektive anzubringen. Das Objektiv von 70 mm Brennweite wird mit einem besonderen Trichter an Stelle des Hinterdeckels eingefügt. Dieser Trichter trägt zugleich die Zeißsche Einrichtung zur lichtdichten Verbindung zwischen Mikroskop und Kammer, die dadurch bewerkstelligt wird, daß der Trichter der Kammer in den Ringraum eindringt ohne jedoch das Stück irgendwie zu berühren. Hierdurch ist das Mikroskop vor jeder Erschütterung beim Einschieben und Oeffnen der Kassette gesichert. Das Objektiv von 35 mm Brennweite wird wie die gewöhnlichen Objektive am Vorderdeckel des Tubus befestigt.

Für die künstliche Beleuchtung des Objektes mit auffallendem Licht werden mehrere Einrichtungen mit gutem Erfolg benutzt und zwar für die schwächeren mikroskopischen Objektive a* und aa (die ganze nachgenannte optische Einrichtung ist von Zeiß geliefert) entweder ein unter 45° vor dem Objektiv aufgestelltes Planparallelglas oder ein Prisma, letzteres gegebenen Falles soweit vorgeschoben, daß die eine Hälfte der Objektivöffnung bedeckt ist. Beide Vorrichtungen werden von dem am Tubus verstellbar befestigten Träger (Figur 9 und 10) gestützt, der an einem wagerechten und einem in Kugelgelenk beweglichen senkrechten Arm die Platte oder das Prisma in der richtigen Lage erhält. Für die stärkeren Objektiven wird die Beleuchtung mit auffallendem Licht von obenher durch das Objektiv bewirkt, indem das Licht durch eine Seitenöffnung durch ein Prisma (Figur 12) und die eine Hälfte des Objektive auf das Objekt geworfen wird, welches dann durch die andere Hälfte abgebildet wird. Mit dieser Einrichtung sind namentlich die apochromatischen Objektive von 0,30 und 0,95 numerischer Apertur (16 mm und 4 mm Brennweite) versehen. Die Fassung der Prismen besteht aus einem kleinen Kasten, der sich seitlich verschieben läßt, so daß man das Prisma nach Belieben etwas aus der Mitte herausrücken oder auch ganz bei Seite schieben kann. Hierdurch ist es ermöglicht, das Licht ein wenig schief zur optischen Axe einfallen zu lassen, oder auch das Objektiv mit seiner vollen Oeffnung für durchfallendes Licht zu benutzen. Für die Begrenzung der Bewegungen sind Schräubchen vorgesehen. Um das Prisma senkrecht zur optischen Axe des Beleuchtungsapparates einzustellen, ist ein um die optische Axe drehbares Zwischenstück (Figur 12) angefertigt worden, an welches beide Objektive passen. Außer diesen Apochromaten mit besonderem Prisma ist noch eine Fassung vorhanden, in welcher das Prisma fest und nicht seitlich verrückbar angebracht ist; an diese Fassung passen die Objektive A, B und DD.

Alle Objektive, mit Ausnahme der zuerst genannten, werden zum Photographiren mit Okular benutzt und zwar dienen hierzu die beiden Projektionsokulare Nr. 2 und 4 von Zeiß. Zum Einführen der Okulare wird in gewöhnlicher Weise ein mit Millimetertheilung versehener Tubusauszug benutzt (Figur 9). Die Projektionsokulare sind besonders auch für die mikrophotographischen Zwecke konstruirt und verbinden mit ihren optischen Vorzügen die Annehmlichkeit einer sehr sicheren und bequemen Arbeitsweise. Nachdem man, wie später genauer zu besprechen, die Beleuchtung richtig angeordnet und mit Hülfe des Sucherokulars Nr. 3 (Kompensationsokular, vergl. Katalog von Zeiß 1891 S. 15) das Bild vor dem Mikroskop sitzend scharf eingestellt[1]) hat, fügt man an Stelle des Sucherokulars das vorher richtig eingestellte Projektionsokular in den Tubusauszug ein. Stellt man nun durch Verschieben der Kammer die Verbindung mit dem Mikroskop her, so erscheint das Bild bereits ziemlich scharf

[1]) Nach dem Zurückschieben der Kammer in ihrer Schlittenführung kann man sich zwischen die beiden Tische setzen.

auf der matten Platte. Um die erwähnte richtige Einstellung der Projektionsokulare bewirken zu können, ist das Augenende des Okulars mittelst einer Schraube von sehr großer Steigung in seiner Fassung verschiebbar und man hat diese Verschiebung solange zu bewirken, bis der Rand der im Okular angebrachten Blende sich ganz scharf auf der matten Scheibe abbildet. Diese Einstellung ist für die gleiche Entfernung der matten Scheibe vom Okular stets wieder dieselbe und man kann daher die Einstellung für verschiedene Plattenabstände ein für allemal durch einige Versuche ermitteln. Um dies zu erleichtern, sind die Deckel der Okulare mit einer Theilung von 0 bis 10 versehen und man kann nun mit Hülfe eines an dem Kammerauszug angebrachten Maßstabes leicht die zu einander gehörigen Einstellungen am Okular und der matten Scheibe bestimmen und tabellarisch festlegen. Die Projektionsokulare geben entsprechend ihrer Numerirung eine zweifache und eine vierfache Vergrößerung des vom Objektiv entworfenen Bildes und dienen namentlich in Verbindung mit den Apochromaten zugleich zur Verbesserung der Bildgüte, die außerdem noch von der Art der Beleuchtung, der Deckglasdicke und der angewendeten Tubuslänge abhängig ist. Da die gewöhnlichen mikroskopischen Systeme alle unter Voraussetzung eines Deckglases berechnet und korrigirt sind, so muß man durch passende Veränderung der Tubuslänge das Fehlen des Glases zu verbessern suchen, was meistens nur in beschränktem Maße erreichbar ist.

Die Balgkammer ist, ebenso wie das Mikroskop, auf einem in der Richtung der optischen Axe verschiebbaren Schlitten befestigt, dessen Führungen mit Tuch belegt sind, so daß die ganze Kammer leicht vor- und zurückgeschoben werden kann. Der Schlitten kann mit einer Flügelmutter festgeklemmt werden. Vorne an der Kammer ist ein Blechtrichter als Verlängerung angebracht, der mittelst kleiner Schrauben gestützt ist und zum Lichtverschluß am Mikroskop richtig eingestellt werden kann. Geringe seitliche Verschiebung der ganzen Kammer ist durch das mit Schraube im Schlitz befestigte Brett geboten, auf dem die Kammer befestigt ist. Auf dem Laufbrett der Kammer ist der vorhin schon erwähnte Maßstab für die Einstellung der matten Scheibe angebracht. Diese Einstellung beeinflußt die durch das optische System gegebene Vergrößerung und man hat es in der Hand, durch Veränderung der Kammerstellung die Vergrößerung des Bildes auf ein rundes Maß zu bringen, was in der Regel wünschenswerth sein wird.

Um in letzterer Beziehung ein für allemal genau verfügen zu können, habe ich für die normale Tubuslänge von 160 mm und für die verschiedenen Objektive die mit diesen allein oder mit Projektionsokular Nr. 2 erzielbaren Vergrößerungen durch Ausmessen des Bildes an einem Glasmikrometer (Normal, Zeiß) festgestellt und in eine Tabelle (S. 284) von folgender Form gebracht, die auch die Einstellungen der beiden Projektionsokulare enthält. Durch Okular 4 werden die angegebenen Vergrößerungen verdoppelt.

Die scharfe Einstellung des Objektes auf die Bildebene der photographischen Platte erfolgt nicht auf der matten, sondern auf der durchsichtigen Platte mit Hülfe der in Figur 14 abgebildeten Einstelllupe. Diese Lupe ist auf einige an der unteren, der späteren Bildebene genau entsprechenden Seite der Einstellplatte angebrachte Diamantstriche scharf eingestellt; sie zeigt nun auch das photographische Bild in voller Schärfe, wenn es genau in der Einstellebene der Lupe zu Stande kommt. Auf schärfstes Einstellen des Bildes kommt es außerordentlich an, nachdem man alle anderen Korrekturen auf das Peinlichste und Gewissenhafteste gemacht hat. Um dieses ganz scharfe Einstellen zu ermöglichen, dient der neben dem Laufbrett der Kammer an deren rechter Seite angebrachte Hookesche Schlüssel, der aber in seiner ganzen Länge von einem darüber angebrachten Brettchen verdeckt wird (in Figur 4 zum Theil fort-

Tabelle über die Einstellung des optischen Systems.

Einstellung der Projektions-Okulare Nr. 2 und Nr. 4 für die				Lineare Vergrößerung	Um die folgenden Vergrößerungen zu erhalten, ist bei 160 mm Tubuslänge die Kammer einzustellen für die Objektive:									Bemerkungen
Kammerstellung in cm	P_2	Kammerstellung in cm	P_4		70 mm cm	35 mm cm	a* a^*_5 cm	a* a^*_{10} cm	aa cm	A und 0,30 cm	B cm	DD cm	0,95 cm	
0,0	8,0	0,0	6,1	7	0,8									Objektive 70 u. 35 mm werden ohne Okular benutzt.
1,7	7,9	1,5	6,0	8	8,5									
3,3	7,8	3,0	5,9	9	16,2									
5,0	7,7	4,4	5,8	10	24,0		3,8							Objektiv a* ist durch Verschiebung einer Linse mittelst Korrektionsringes für verschiedene Vergrößerungen einstellbar; die Angaben beziehen sich auf Einstellung 5 und 10.
6,6	7,6	5,9	5,7	11	31,7		9,1							
8,3	7,5	7,4	5,6	12			14,5							
9,9	7,4	8,9	5,5	13			19,8							
11,6	7,3	10,4	5,4	14			25,1							
13,2	7,2	11,9	5,3	15		—	30,5	3,6						
14,9	7,1	13,3	5,2	20		6,8		21,4						
16,5	7,0	14,8	5,1	25		23,7								
18,2	6,9	16,3	5,0	30										
19,8	6,8	17,8	4,9	35					0,3					Die Objektive der letzten 4 Spalten können mit Prisma zur Beleuchtung von oben her benutzt werden. 0,30 und 0,95 sind Apochromate.
21,5	6,7	19,2	4,8	40					10,0					
23,1	6,6	20,7	4,7	50					24,3					
24,8	6,5	22,2	4,6	60										
26,4	6,4	23,7	4,5	70						3,8				
28,1	6,3	25,2	4,4	80						11,6				
29,7	6,2	26,7	4,3	90						19,8	1,0			
31,4	6,1	28,1	4,2	100						26,9	6,2			
33,0	6,0	29,6	4,1	125							20,2			
34,7	5,9	31,1	4,0	150							34,3			
		32,6	3,9	175										
		34,0	3,8	200										
				225										
				250								2,0		
				275								6,9		
				300								11,8	0,0	
				350								21,6	7,5	
				400								31,3	15,0	
				450									22,4	
				500									29,9	

gelassen), damit er vor der leisesten unbeabsichtigten Berührung geschützt ist. Die Einstelllupe hat die in Figur 14 dargestellte Form erhalten, um die lästige Bedeckung des Kopfes durch das schwarze Tuch thunlichst zu vermeiden und doch mit aller Schärfe unbeeinflußt von fremdem Licht einstellen zu können.

Um das Gelingen der Aufnahme so viel wie möglich zu sichern und alles Probiren bezüglich der Empfindlichkeit der Platten, der Belichtungs- und Entwickelungsdauer in ein ganz festes Gefüge zu bringen, bin ich in der Ausbildung des photographischen Verfahrens dem Vorgange von Dr. Roderich Zeiß gefolgt und ganz systematisch zu Werke gegangen; ich glaube hierin den Hauptgrund für den guten Erfolg meiner Bemühungen zu erblicken. Zunächst wendete ich eine schmale schlitzförmige Blende in der Kammer an und richtete die Kassette durch Anbringung von Riegellöchern so ein, daß sie in fünf gleich weit von einander entfernten Stellungen einschnappte. Auf diese Weise war es möglich, fünf schmale Bild (vgl. Figur 1, 3, 4, 8 und 16, Tafel V und VI) zu erzielen. Belichtet man diese Bi verschieden lange, in dem man die Belichtungsdauer gesetzmäßig wachsen läßt, so gewinn

auch bei Entwickelung der Platte im völlig dunklen Raume auf einen Schlag einen ganz sicheren Anhalt für die Länge der Belichtung, welche das gleiche Objekt bei gleicher Einstellung, Beleuchtung und Entwickelungsdauer mit dem gleichem Entwickler erfordert. Ich arbeite stets mit den gleichen Eikonogenentwicklern untenstehender Zusammensetzung und entwickele stets 4 oder 5 Minuten lang. Hat man an einer solchen Belichtungsskala die richtige Belichtungsdauer ermittelt, so ist es ein Leichtes, die nun folgende Vollaufnahme, wofür ich die weite Blende von 70 mm Oeffnung einsetze, durchaus bei richtiger Belichtung zu bewirken und genau eben so lange zu entwickeln, wie die Skala. Der Erfolg ist ganz sicher, solange eine konstante Lichtquelle vorliegt, da ja Wärmeänderungen des Entwicklers und andere veränderliche Faktoren bei der unmittelbaren Aufeinanderfolge der Aufnahmen leicht ausgeschlossen werden können. Um auch bei möglichster Sparsamkeit mit einem gleichbleibenden Entwickler zu arbeiten, verfahre ich bei Entwickelung einer größeren Zahl von Platten in der Weise, daß ich nach jeder Aufnahme einen bestimmten Theil ($^1/_6$ oder $^1/_4$) des gebrauchten Entwicklers fortgieße und durch frischen ersetze.

Braucht ein Objekt zur guten Abbildung eine lange Belichtungszeit, so ist die Aufnahme von fünf Probebildern eine etwas langweilige Sache und ich verwende alsdann eine andere Blende mit rechteckiger Oeffnung von 40 × 60 mm, welche es gestattet 2 oder 3 Aufnahmen neben einander zu machen. Da bei langer Belichtungsdauer geringe Unterschiede von geringer Wirkung sind, so wird es in der Regel gerathen, daß eine von den beiden oder den drei Aufnahmen brauchbar ist, und in den meisten Fällen wird man sich dann schon mit den kleinen rechteckigen Bildern (vergl. Figur 6 und 12, Tafel V) begnügen können und von einer Vollaufnahme absehen.

Kommen sehr lange Belichtungszeiten in Frage, oder unterlasse ich es aus irgend einem anderen Grunde, vorher eine Belichtungsskala anzufertigen, so verfahre ich in der bekannten Weise, indem ich von Minute zu Minute den Schieber an dem rothen Fenster einen Augenblick öffne, das Hervorkommen des Bildes beobachte und hiernach die Maßnahmen der Entwickelung regele. Hierbei wähle ich die Belichtungsdauer eher ein wenig zu lang als zu kurz, weil man bei Ueberbelichtung das Bild leichter brauchbar erhalten kann als bei Unterbelichtung.

Für das gute Gelingen ist die sorgfältigste Regelung der Beleuchtungsverhältnisse die Hauptbedingung. Sie ist anfangs oft eine starke Geduldprobe und die Ursache des Mißlingens mancher Aufnahmen, wie man an den meisten bisher veröffentlichten Photographien über das Kleingefüge des Eisens beobachten kann. Obwohl man hier nicht ohne eigenes Probiren fortkommen wird, sei hier doch ganz kurz auf die Sache eingegangen, indem zugleich auf die ausführlichen Darstellungen in dem Lehrbuche von Dr. Neuhauß verwiesen wird.

Zunächst ist die optische Axe des Mikroskops (die gröbere Einrichtung der Mikroskop- und Kammeraxe ist bei dem hier besprochenen Apparat durch die Art der Anordnung beim Aufstellen bereits geschehen) auf die Mitte der matten Scheibe zu richten, damit die photographischen Bilder nachher genau auf die Mitte der Platte treffen. Zu dem Zwecke wird die matte Scheibe mit Strichmarken versehen, welche genau die Plattenränder (ich verwende Platten von 9 × 12 cm) in der Lage angiebt, wie sie in der Kassette sich befinden. In dem so verzeichneten Plattenbild wird die Mitte durch ein schwarzes Strichkreuz angemerkt. Dann wird in den Kondenserrahmen der Beleuchtungsvorrichtung für durchfallendes Licht die engste Blende eingesetzt und auf Tischebene eingestellt. Nachdem man sich mittelst Beobachtung mit dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung (aa mit Sucherokular Nr. 2) davon überzeugte, daß

die scharf eingestellte und durch den Spiegel gut beleuchtete Blendenöffnung genau konzentrisch zum Begrenzungskreise des Gesichtsfeldes erscheint, richtet man das Mikroskop durch Verschieben auf seiner Unterlage und Neigen mittelst der Fußschraube so aus, daß nach Herstellung des lichtdichten Verschlusses durch Verschieben der Kammer, der Mittelpunkt des scharf eingestellten Bildes der Blendenöffnung genau auf die vorher angebrachte Kreuzmarke fällt. In dieser Stellung wird der Mikroskopfuß mittelst der in Figur 9, Tafel IV gezeichneten Schraube und Gegenfeder befestigt. Später werden immer nur geringe Verbesserungen dieser Einstellung nothwendig, die leicht durch Bethätigung der Neigungsschraube und durch geringe Seitenverschiebung der Kammer mittelst des oberen mit Schlitzen versehenen Befestigungsbrettes ausgeführt werden können.

Für die Benutzung von zerstreutem oder durch Spiegel- oder Linsen gerichtetem Tageslicht zur Aufnahme undurchsichtiger Objekte (Metallschliffe) ist mit dieser Einstellung der richtige Stand des Apparates erreicht. Für die Beleuchtung mittelst durchfallenden Lichtes oder mittelst des oben beschriebenen Beleuchtungsapparates bei auffallendem Licht ist noch die genaue Zentrirung der Beleuchtungsvorrichtungen nothwendig. Wie die Lichtquelle, die Blenden und das Linsensystem auf einfache Weise zur optischen Bank und zur optischen Axe des Mikroskops ausgerichtet werden, wurde oben bereits angedeutet. Die Einstellung der Blenden in ihrer Höhenlage wird durch Anziehen der Klemmschrauben, wie beschrieben, gesichert. Seitenabweichungen der Blenden und des Linsensystems von der senkrechten Mittelebene der optischen Bank werden kaum vorkommen, da sie schon vom Mechaniker beseitigt sind; nöthigenfalls kann man sie leicht durch Regelung der Anschlagschrauben ausgleichen, die unten an den Blendenfüßen angebracht sind. Um sich von der richtigen Blendenlage zu überzeugen, markirt man die Lage der beiden Endpunkte der eingelegten, geraden Stange, und verschiebt die Blenden auf der optischen Bank. Die Endpunkte der Stange dürfen hierbei ihre Lage nicht ändern, ebenso dann nicht, wenn man eine oder die andere Blende um 180° verdreht auf der Bank anbringt und den Versuch wiederholt. Das Linsensystem läßt sich nach dem Lösen seiner beiden Befestigungsschrauben etwas auf seinem Träger verschieben und kann hierdurch genau eingerichtet werden, so daß der von ihm durch die vorher auf die Blendenaxe eingerichtete Lichtquelle (man stellt vor dieser am besten eine ganz enge Blende auf, so daß nur ein Lichtpunkt zur Wirkung kommt) erzeugte Bildpunkt genau in die Blendenöffnung fällt. Will man mit der so eingerichteten Beleuchtungsvorrichtung unter Anwendung von Spiegel, Prisma oder Planparallelglas vor dem Objektiv arbeiten, so ist mit der hier besprochenen Ausrichtung der Beleuchtungsapparate Genüge geschehen. Soll aber das Prisma über dem Objektiv zur Anwendung kommen, so müssen die optische Axe des Beleuchtungsapparates und des Mikroskopes sich in einem Punkte angenähert unter einem rechten Winkel schneiden (Figur 4, 5 und 7, Tafel IV). Diese Einstellung erfüllt selbstverständlich auch die Bedingungen für die Aufnahme mit schwachen Objektiven.

Nach der vorbeschriebenen richtigen Aufstellung des Beleuchtungsapparates sind aber noch keineswegs alle Anforderungen für die gute Beleuchtung des Objektes erfüllt, vielmehr kommen jetzt erst die schwierigeren und feineren Arbeiten; es ist nothwendig, sie für die einzelnen Fälle gesondert zu behandeln.

Das Tageslicht verwende ich in der Regel ohne ihm durch Spiegel oder Linsen eine bestimmte Richtung zu geben. Dieses zerstreute Tageslicht kann natürlich nur dann benutzt werden, wenn der Abstand zwischen Objekt und Vorderlinse des Objektives, der Objektabstand, hinreichend groß ist, um noch genügend Licht zuzulassen. Unter diesen Umständen kann man

bei dieser einfachen Beleuchtungsart durchaus gute und brauchbare Bilder erzeugen. Freilich ist es unangenehm, daß die Lichtstärke oft unberechenbaren Schwankungen unterworfen ist, so daß man sich trotz der vorher genommenen Belichtungsskalen über die Länge der Belichtung zuweilen täuschen kann. Uebung hilft auch hier bald über die Schwierigkeiten fort. Mit zerstreutem Tageslicht habe ich mit den Objektiven 70 mm, a*, aa, A und dem Apochromat 0,30 gute Bilder erzeugt (vergl. Tafel V, Figur 2, 12, 13, 14, 15; Tafel VI, Figur 17 und 18). Man kann hierbei anstandslos bis zu einer 70 wohl auch 100fachen linearen Vergrößerung gehen. Was besonders beachtenswerth und durch Figur 12, 14 und 15 veranschaulicht wird, ist der Umstand, daß bei scharfer Einstellung nicht nur die Zeichnungen der Schliffläche klar und deutlich mit allen Schattirungen (Figur 13) erhalten werden können, sondern daß wegen des sehr schief auffallenden Lichtes Blasenräume und durch das Aetzen erzeugte Vertiefungen ganz plastisch erscheinen; man sieht deutlich die tiefen Schlagschatten und die hellen Reflexlichter. Der Grund der Blasen kann natürlich nicht scharf werden, da die mikroskopischen Systeme stets nur sehr geringe „Tiefe" haben. Für die Photographie von geätzten Eisenschliffen, von welcher hier fast ausschließlich die Rede ist, ist zu beachten, daß bei der Beleuchtung durch zerstreutes Tageslicht, die von der Säure wenig angegriffenen härteren Gefügeelemente, sobald sie noch gute Politur besitzen, tief schwarz aussehen müssen. Diese Flächen erscheinen erst dann hell auf dunklerem Grunde, wenn sie das Licht direkt spiegelnd in der Richtung der optischen Axe auf das Objektiv werfen. Da unter diesen Umständen die Gegensätze oft sehr viel deutlicher hervortreten und eine schärfere Trennung der Bildelemente hervorgerufen werden kann, so ist natürlich auch der Photograph gezwungen, sich diesen Vortheil zu sichern. Das kann auf verschiedene Weise geschehen, und zwar durch eine geringe Neigung des Objektes gegen die optische Axe des Mikroskopes oder dadurch, daß man durch künstliche Mittel das Licht fast senkrecht auf das Objekt fallen läßt. Figur 17 und 18 gestatten einen Vergleich zwischen einer Aufnahme die bei Einstellung des Objektes senkrecht zur optischen Axe und einer Aufnahme, die bei einer Neigung um 15° gegen die erste Stellung aufgenommen ist. Man sieht leicht, daß es thunlich ist, dem Objekt eine geringe Neigung zu geben, wenn es darauf ankommt, einen sehr kleinen Theil des Objektes unter diesen Umständen zu photographiren. In Figur 18 ist immerhin ein Streifen von etwa 20 mm scharf gezeichnet, was bei der angewendeten Vergrößerung von V = 10 einer wahren Breite des abgebildeten Objektes von etwa 2 mm entspricht. Daß in Figur 17 und 18 der Wechsel zwischen dunkel und hell an den Elementen harten Eisens nicht zum Ausdruck kommt, liegt daran, daß wegen des sehr großen Objektabstandes schon bei Figur 17 nahezu senkrecht auffallendes Licht zur Spiegelung kommt und daß die fraglichen Flächenelemente wohl nicht ganz eben sind und auch keine ganz vollkommene Politur haben, so daß sie das Licht mehr oder weniger zerstreuen. Die Vergrößerung ist natürlich in den verschiedenen Theilen eines bei Schiefstellung aufgenommenen Bildes verschieden. Die Figuren sind etwas verzerrt, indessen ist der Betrag dieser Verzerrung bei schwachen Vergrößerungen sehr gering, wie ein Vergleich an Figur 17 und 18 oder die Rechnung leicht beweist. Man hat wohl versucht, die bei der Neigung des Objektes auftretenden Uebelstände durch eine entgegengesetzte Neigung des Kassettenrahmens an der Kammer auszugleichen. Die erzielten Vortheile sind aber so gering, daß ich es vorziehe, den beweglichen Rahmen überhaupt wegzulassen und dafür lieber den Kammerauszug stabiler zu machen, um so mehr, als der durch die Schiefstellung des Objektes erstrebte Zweck auch auf andere Weise, wenn auch umständlicher, zu erreichen ist. Stärkere Objektive vertragen so große Neigungen, wie sie bei Figur 18 angewendet sind, natürlich

noch viel schlechter, so daß man ohnehin bald an die Grenzen der praktischen Ausnutzbarkeit kommt.

Solange man bei schwachen Objektiven noch eine Planparallelplatte oder ein Prisma zwischen Objektiv und Objekt bringen kann, ist es nicht schwer, senkrecht zurückgeworfenes Licht (kurz „gerades" Licht, „gerade" Beleuchtung im Gegensatz zu „schiefem" Licht) zu erzeugen. Bei Anwendung des dünnen Planglases (etwas starkes, möglichst ebenes Deckglas von 18 × 25 mm genügt vollkommen) hat man dieses bei senkrecht zur optischen Axe einfallendem Licht unter einem Winkel von 45° von dem Objektiv aufzustellen. Das Licht wird dann von der Vorderfläche des Plättchens zum Theil auf das Objekt geworfen, zum Theil geht es in gerader Richtung hindurch. Das vom Objekt ausgehende Licht wird zum Theil ebenfalls abgelenkt, aber ein anderer Theil gelangt durch das Objektiv zur Bildplatte. Es geht also immerhin ein beträchtlicher Theil des Lichtes verloren, aber bei der geringen auf diese Weise erreichbaren Vergrößerung ist der Rest noch vollständig ausreichend, um bei kurzer Belichtungsdauer gute Bilder zu erzielen, vergl. Figur 20, woselbst die Flächen harten Materials ganz scharf und hell auf dunklem Grunde erscheinen. Das Prisma wirkt selbstverständlich in etwas anderer Weise, als das Planparallelglas. Hier muß man die Prismenkante bis zur Bedeckung der halben Objektivöffnung verschieben, wenn man bei senkrecht zurückgeworfenem Licht (mit der freibleibenden Objektivhälfte) das Objekt abbilden will (Figur 21). Selbstverständlich ist, daß man sowohl beim Planglas, als auch beim Prisma eine sorgfältige Einstellung vornehmen muß, wenn man die besten Lichtwirkungen erzielen will, ebenso muß man das Licht durch Linsen richten, das Bild der Lichtquelle oder das einer stark beleuchteten matten Scheibe in die Objektebene einstellen, die Oeffnung des Beleuchtungskegels durch Regelung der Irisblenden dem Objekt und dem Objektiv anpassen, nach Erfordern ein Lichtfilter einschalten u. s. w. wie es später noch besprochen wird. Durch geeignete Einstellung des Planglases oder des Prismas mittelst ihres Halters (Figur 9 und 10, Tafel IV) kann man leicht auch schiefes Licht geben, so daß man kaum nöthig hat, den Beleuchtungsapparat aus seiner Lage senkrecht zur optischen Axe (Figur 4 und 7, Tafel IV) herauszubringen. Man kann aber auch durch entsprechende Aufstellung bei direktem schief auffallendem Licht sehr gute Bilder erzielen (vergl. Figur 19).

Für starke Vergrößerungen wird man stets zur Beleuchtung durch das optische System des Mikroskops von oben her greifen müssen. Ich will hier nicht die Möglichkeiten aufzählen, wie dies erreicht werden kann, sondern mich lediglich an die Darstellung der oben beschriebenen Einrichtung von Zeiß mit verschiebbarem Prisma halten, weil diese allen Anforderungen genügt, namentlich wenn die Firma die Einstellungsvorrichtungen noch feiner und bequemer gestalten wird. Um die Beleuchtung richtig einzustellen, verfährt man am besten, wie folgt: Zunächst ist nach dem Anschrauben des Objektives (es sei z. B. Apochromat 0,30) sammt dem Zwischenstück (Figur 12, Tafel IV) die offene Seite des Kästchens der Lichtquelle zuzukehren. Alsdann stellt man durch Verschieben des Tubus mittelst seines Triebes die Prismenöffnung in den Lichtkegel der Beleuchtungsvorrichtung und dreht nun das Objektiv mit Hülfe des Zwischenstückes, so daß das Prisma hell beleuchtet wird. Dieses ist nun, durch vollständige Ausziehen des Kästchens nach der geschlossenen Seite hin auf Mitte des Gesichtsfeldes rücken. Dann ist nach dem Einfügen des Sucherokulars mit Hülfe der groben Tischverschiebu das Objekt einzustellen, so daß es möglichst scharf erscheint. Das Objekt muß jedoch vor sorgfältig senkrecht gegen die optische Axe eingerichtet werden, was am besten geschieht, ind man es vorsichtig der Vorderlinse des Objektivs nähert, so daß ein ganz schmaler Lichtst zwischen beiden Flächen entsteht, wenn man durch den Zwischenraum gegen eine darunter

haltene weiße Papierfläche sieht. Mit Hülfe des um drei Achsen drehbaren Tischaufsatzes (Figur 9 und 10, Tafel IV) kann man dann ganz leicht die Einstellung so bewirken, daß der Lichtsaum überall gleich breit erscheint. Ist das Objekt sehr hell und stark spiegelnd, so wird man beim Ausrichten der Beleuchtung ein Lichtfilter benutzen müssen, um die Augen zu schonen. Ist die erste scharfe Einstellung des Objektes bewirkt, so ist die dem Mikroskop zugekehrte Irisblende möglichst weit zu schließen und so lange zu verschieben, bis das Bild ihrer Oeffnung möglichst scharf begrenzt auf dem Objekt erscheint. Es wird dann in der Regel nicht in der Mitte liegen. Man bringt es möglichst genau in die Mitte des Gesichtsfeldes, indem man das ganze Mikroskop durch die unten an der Tischplatte des Konsols angebrachte Schraube in der Richtung der optischen Axe verschiebt; das Bild wird hierbei in wagerechter Richtung über das Gesichtsfeld wandern. Ist es auf diese Weise senkrecht über oder unter die Mitte gerückt, so kann man es auf den Mittelpunkt selbst einstellen, indem man nun noch das Objektiv um seine optische Axe dreht; dies kann mit Hülfe des hierfür eingerichteten Zwischenstückes zur Befestigung der Objektive leicht geschehen. Selbstverständlich kann man die erste Einrichtung auch durch Verschieben des Tubus erreichen, aber hiermit ändert man auch die scharfe Einstellung des Objektes und zugleich des Blendenrandes, das Bild der Blende wandert beim Wiederscharfeinstellen des Objektes ebenfalls über das Gesichtsfeld, so lange nicht die Axe des Lichtkegels in die Richtung der optischen Axe fällt. Die Einstellung muß so lange wiederholt werden, bis alles in Ordnung ist, was auf dem zuerst angegebenen Wege natürlich wesentlich leichter ist. Die Verschiebung des Tubus wird entbehrlich werden, wenn für eine genügend große Beweglichkeit des Tisches gesorgt wird; man könnte daher an Stelle der groben Bewegung des Tubus auch wohl eine gemeinsame Bewegung von Tubus und Tisch gleich an dem Träger des Instrumentes anbringen, wodurch die in der Versuchsanstalt bei Beschaffung des neuen Mikroskopes bereits vorhandene Schlittenführung auf der Tischplatte des Konsols entbehrlich würde. Indessen ist zu beachten, daß für die Abbildung mit durchfallendem Licht die Tubusbewegung sehr werthvoll bleibt.

Nachdem der Blendenrand, wie beschrieben, genau konzentrisch zum Rande des Gesichtsfeldes eingestellt ist, sucht man durch Verschieben und Drehen des Objektes mittelst der Vorkehrungen am Kreuztisch die abzubildende Stelle auf, stellt sie genau auf Mitte Gesichtsfeld ein und grenzt nun die abzubildende Stelle mit Hülfe der vorgenannten Irisblende möglichst eng ein, so daß nur der abzubildende Theil hell erleuchtet erscheint. Zuvor hatte man die bewegliche Linse am Beleuchtungsapparat so eingestellt, daß das Bild der Leuchtfläche des Zirkonstiftes in der Ebene der Irisblende, also vermittelst Abbildung durch die vom Prisma bedeckte Objektivhälfte auch in derjenigen des Objektes entworfen wird. Hiermit ist die Ausrichtung des Beleuchtungsapparates beendet und es kommt nun darauf an, die Qualität des Lichtes dem Objekte anzupassen. Hierzu gehört Erfahrung, die man sich am schnellsten und einfachsten durch systematisches schrittweises Vorgehen verschafft, wie später gezeigt wird. Hier seien zunächst noch die Möglichkeiten besprochen, welche bei der weiteren Regelung der Beleuchtungsverhältnisse zu Gebote stehen. Da ist zuerst die Veränderung der Oeffnungsweite des zur Beleuchtung benutzten Lichtkegels zu nennen, welche bewirkt wird, indem man die Oeffnung der zweiten Blende, welche zwischen der verschiebbaren Linse des Beleuchtungssystems und der erstgenannten Blende aufgestellt ist, verändert, d. h. die Randstrahlen des Systems mehr oder minder ausschließt. Am mikroskopischen Bilde treten die Wirkungen solcher Anordnungen sehr deutlich hervor, auch das Negativ zeigt sie deutlich, aber schon beim Positiv und gar erst bei der Wiedergabe durch den Druck verschwinden sie mehr, so daß ich fürchten

muß, daß die zur Erläuterung dieser Verhältnisse gegebenen Abbildungen ihren Zweck nicht vollkommen erfüllen werden. Indessen mochte ich doch die Veröffentlichung nicht unterlassen, um zu zeigen, wie man vorgehen kann, wenn man sich schnell einen Einblick in alle diese Verhältnisse verschaffen will. Ich erlaube mir den Leser darauf aufmerksam zu machen, daß in den Beschreibungen zu den Tafeln die Beleuchtungsverhältnisse, Belichtungs- und Entwickelungszeiten angegeben sind, so daß man die Abbildungen zum Studium in verschiedener Richtung benutzen kann. Die Figuren 24 und 25 und 29 bis 33 sind gegeben, um die Wirkungen der Beleuchtung mit engem und weitem Lichtkegel (d. i. enger oder weiter Oeffnung der Irisblende vor dem Linsensystem) und mit oder ohne Lichtfilter zu veranschaulichen, sowie zugleich auch den Einfluß der Einstellung des Prismas über dem Objektiv zu erläutern. Der Einfluß auf die Bildfläche wird, wie schon gesagt, wahrscheinlich nicht ohne scharfen Vergleich erkennbar werden; den Einfluß auf die Beleuchtungsdauer erkennt man an den der Beschreibung beigefügten Angaben. Im allgemeinen erscheinen die mit engem Kegel aufgenommenen Bilder in ihren Einzelheiten schärfer begrenzt, als die bei weitem Lichtkegel aufgenommenen. Ferner pflegen die mit Anwendung des Lichtfilters gewonnenen Abbildungen schärfer zu sein, als die ohne Lichtfilter gewonnenen. Hier spielen aber die Färbungen des Objektes ebenfalls eine Rolle und man wird noch studiren müssen, welche Umstände zu beachten sind, um verschieden gefärbte Objekte mit bestem Erfolge zu photographiren, beziehentlich ob und welche Anlauffarben man anzuwenden hat, um von der photographischen Platte das brauchbarste Bild zu erhalten. Ich machte bereits früher darauf aufmerksam[1]), daß man Beleuchtung und Färbung des Objektes den besonderen Umständen anpassen muß und sich nicht mit einer einseitigen Behandlung des Gegenstandes begnügen darf. Hier will ich wiederholen, daß die Eigenart des Objektes sowohl bei der direkten Beobachtung mit dem Mikroskop, als auch bei der mikrophotographischen Aufnahme fast immer maßgebend ist für die anzuwendende Färbung durch Anlassen. Um zu zeigen, daß man bei verschiedenen Färbungen auch mit der Photographie gute Erfolge erzielen kann, sind die Figuren 24 bis 28 ausgeführt. Man erkennt leicht, daß auch die Färbung durch Anlassen, Umkehrungen des Bildes, derart veranlassen kann, daß einmal die harte Masse (Figur 26) hell, die weiche Masse dunkel (Tannenbäume) erscheint, während das andere Mal (Figur 27 und 28) das Umgekehrte eintritt.

Wie ich a. a. O. früher bereits betonte, wird man besonders auch die Beleuchtungsrichtung dem abzubildenden Objekt anzupassen haben. Objekte, die nur durch verschiedene Färbung die Flächenelemente hervortreten lassen, kann man bei geradem Licht aufnehmen, bei Objekten aber, die durch den Höhenunterschied der Flächen, durch ihre Körperlichkeit die Flächenelemente kenntlich werden lassen, ist schiefes Licht immer dem geraden überlegen, weil es die bessere Ausprägung von Schlagschatten und Reflexlichtern das Objekt verständlicher macht. Bei der mikroskopischen Untersuchung und mikrophotographischen Aufnahme von Eisenschliffen hat man es aber fast immer mit geätzten und darum, wenn man so sagen darf, körperlichen sich darstellenden Flächen zu thun. Hierin liegt der Grund, weswegen man bei geradem Herausrücken des Beleuchtungsprismas aus der Objektivmitte immer besser charakterisirte Bilder zu bekommen pflegt, als dann, wenn das Prisma auf Mitte stehen bleibt. Figur 24 ist unter letztgenanntem Umstande aufgenommen, während bei den Aufnahmen zu Figur

[1]) Ueber die mikroskopische Untersuchung des Kleingefüges von Eisen. „Stahl und Eisen“ 1889, Nr. 5.

bis 33 das Prisma etwas aus der Mitte gebracht war. Hierdurch fällt das Licht unter schwacher Neigung gegen die optische Axe ein. Das Blendenbild verschiebt sich bei Veränderung der Prismenstellung und muß dann, wie oben angegeben, wieder eingestellt werden.

Hat man alle vorgenannten Punkte bei Ausrichtung und Regelung der Beleuchtung beachtet, so ist man keineswegs mit den Vorarbeiten zu Ende, wenn anders man Werth auf größte Vollkommenheit des Bildes legt. Die Objektive sind, wie schon erwähnt, zumeist für die Verwendung mit Deckglas über dem Objekt berechnet und wenn man nun seine Schliffe nicht unter Deckglas legen will, was bei Metallschliffen, die man womöglich zu weiteren Untersuchungen verwenden will, in der Regel nicht bequem sein wird, so muß man bei fehlendem Deckglas die Tubuslänge noch so regeln, daß das Bild am vollkommensten erscheint, wenn nicht das Objektiv bereits für den Gebrauch ohne Deckglas korrigirt ist. Die Regelung der Tubuslänge macht häufig die Kontrolle eines großen Theiles der voraufgehenden Arbeiten nothwendig.

Erst wenn alle vorgenannten Punkte peinlich erfüllt sind, lohnt es, das Okular durch das Projektionsokular zu ersetzen, den lichtdichten Verschluß herzustellen, mit der Lupe auf durchsichtiger Scheibe äußerst scharf einzustellen und die Belichtung der Platte vorzunehmen.

Was nun die bei der Beleuchtung mit auffallendem Licht erzielbare mikroskopische Vergrößerung anbetrifft, so zeigen Figur 7, 10 und 11, daß man bei Benutzung des Prismas sehr wohl 500 und 800fache lineare Vergrößerungen anwenden und doch klare und verständliche Bilder erhalten kann. Ich bin sogar überzeugt, daß man auch bei stärkerer Vergrößerung noch bessere Bilder erzielen wird, denn die Figur 11 ist die erste Aufnahme, welche ich bei so starker Vergrößerung machte.

Wie schon weiter oben erörtert, entwickele ich die meisten meiner Platten völlig im Dunklen, ich bin aber einen Theil der Begründung bisher noch schuldig geblieben. Deswegen habe ich hier hinzuzufügen, daß mich zu dieser Maßnahme verschiedene Gründe geführt haben, vor allen Dingen aber der Umstand, daß man über die Dauer der Entwickelung ohnehin bei Betrachtung der Platten im dunklen rothen Licht gar keinen sicheren Anhalt für die richtige Entwickelung hat, weil die Details bei einer mikrophotographischen Aufnahme von Eisenschliffen auf der zu entwickelnden Platte in der Regel außerordentlich schwer im verdunkelten Raum erkennbar sind und man daher ohnehin seinem Gefühl oder dem Zufall überlassen bleiben würde, wenn man sich nur vom Aussehen der Platte leiten lassen wollte. Die Besichtigung der Platte kann in der Regel nur zu Anfang der Entwickelung von einigem Nutzen sein, insofern nämlich, als an dem zu schnellen Erscheinen des Bildes die Ueberbelichtung, an dem zu langsamen Erscheinen aber die Unterbelichtung erkannt werden kann. Hat man eine Belichtungsskala gemacht, so kann man aber auch diese Besichtigung, wenigstens diejenige der eigentlichen Bildplatte, vollständig entbehren. Man bewahrt jedenfalls die Platte vor dem immerhin bemerkbaren Einfluß des rothen Lichtes, wenn man die Besichtigung beim Entwickeln ganz unterläßt. Um mich von der Größe dieses Einflusses zu überzeugen, verfuhr ich derart, daß ich eine Platte ohne vorherige Belichtung 4 Minuten lang im Entwickler schaukelte, sie dann unter einem Negativ, auf dessen Ecken ich zur Verhütung der Berührung mit der nassen Platte einige Stückchen Oblate geklebt hatte, eine Minute lang dem rothen Licht der doppelten Schiebefenster aussetzte. Auf diese Weise konnte bei weiterer Entwickelung ein schwaches Bild vom Negativ erhalten werden. Da es bei dem angewendeten Verfahren im Dunkeln immerhin nothwendig war, sich über die vortheilhafteste Dauer der Entwickelung zu unterrichten, so wurden hierzu einige Beleuchtungsskalen (Figur 3, 4 und 16) von bes

geeigneten Objekten in einzelnen Absätzen verschieden lange entwickelt, indem man die Platte stufenweise tiefer in den in einer Küvette befindlichen Entwickler tauchte. Die einzelnen bei verschiedener Belichtungsdauer erzielten Bilder enthielten somit Streifen, welche z. B. 2, 4 und 6 Minuten vollkommen im Dunkeln entwickelt waren. Es zeigte sich, daß für den angewendeten Entwickler[1]) 4 bis 5 Minuten die beste Entwickelungsdauer sei. Diese Zeit ist bei dem regelrechten Verfahren immer inne gehalten, und nur wenn hiervon aus den weiter oben gegebenen Gründen abgewichen werden mußte, ist je nach dem Erscheinen des Bildes kürzer oder länger entwickelt; hierüber sind in den Beschreibungen der Bilder die näheren Angaben enthalten und man kann diese Bilder daher auch mit Bezug auf die Fehler der Ueber- und Unterbelichtung studiren.

Wenn auch, wie ich glaube, durch Vorstehendes und durch Tafel V und VI erwiesen ist, daß man von der Mikrophotographie mit auffallendem Licht ausgiebigen Gebrauch bei der wissenschaftlichen Forschung über die Gefügeverhältnisse der Metalle und bei Darstellung ihrer Ergebnisse für den größeren Interessentenkreis gemacht werden kann, so möchte ich zum Schluß hier doch, um mich vor Mißverständnissen sicher zu stellen, die früher[2]) von mir vertretene Ansicht wiederholen, daß die Photographie immer nur ein Hülfsmittel bleiben soll und daß man ganz besonders die Handzeichnung nach dem mikroskopischen Bilde nicht vernachlässigen darf, weil kein Mittel so sehr wie gerade dieses geeignet ist, den Mikroskopiker in alle Feinheiten seines Beobachtungsgegenstandes zu versenken. Bei der Zeichnung kommt es durchaus nicht auf die Geschicklichkeit und Schönheit der Ausführung, sondern vielmehr darauf an, daß der zeichnende Mikroskopiker sich eine ganz klare Vorstellung von seinem Objekte gemacht hat und daß seine Zeichnung verständlich und so richtig ist, daß er jeden Strich begründen kann. Namentlich für den Anfänger giebt es kein besseres Mittel, sich in der richtigen Erkenntniß des Gegenstandes zu üben, als die Zeichnung. Daß die photographische Platte nicht die ihr nachgerühmte Objektivität besitzt, kann man unschwer aus dem Inhalt dieses Aufsatzes entnehmen; wer weiteres hierüber erfahren will, möge aus dem Lehrbuche von Neuhauß, Seite 242 sich unterrichten. Ich darf wohl noch bemerken, daß man über die Ausbesserung von Fehlern an den Negativen in der Wissenschaft allgemein den Stab gebrochen hat und daß man selbst von örtlichen Verstärkungen oder Abschwächungen der Platten durch chemische Mittel im allgemeinen ebenfalls nichts wissen will. Solche Mittel sind auch nicht nöthig,

---

[1]) Der in der Regel von mir verwendete Eikonogenentwickler hat folgende Zusammensetzung: 25 g Natriumsulfit, 20 g kohlensaures Natron, 7 g Eikonogen, 500 g Wasser. Der auf Tafel V und VI genannte Entwickler Eikonogen II hatte folgende Zusammensetzung: Lösung I: 120 g Natriumsulfit, 20 g Eikonogen, 5 g Hydrochinon, 1000 g Wasser. Lösung II: 100 g kohlensaures Kali, 300 g Wasser; zum Entwickeln verwendet man 6 Wasser, 5 Lösung I, 1 Lösung II. Vergleicht man beide Entwickler, so ergiebt sich folgende Zusammensetzung:

Bestandtheile	I %	II %
Natriumsulfit	4,55	4,35
Kohlensaures Natron	3,60	—
„ Kali	—	2,08
Eikonogen	1,26	0,73
Hydrochinon	—	0,18
Wasser	90,59	92,69

[2]) „Stahl und Eisen“ 1889, Nr. 5.

wenn man bei der Arbeit mit Geduld und Gewissenhaftigkeit verfährt. Aus dem soeben besprochenen und dem Vorausgeführten ergiebt sich auch die Nothwendigkeit, daß zu allen veröffentlichten Photographien nothwendiger Weise alle Angaben über die besonderen Umstände bei der Aufnahme und Herstellung des Negativs, insonderheit über Art der Beleuchtung, Vergrößerung u. s. w. gemacht werden. Ohne diese Nachrichten erleiden die Abbildungen erhebliche Einbuße an ihrem wissenschaftlichen Werthe, weil man aus dem Aussehen der Bilder nicht immer einen Schluß auf ihre Zuverlässigkeit machen kann. Auch die Art der Uebertragung durch den Druck ändert manches in der getreuen Wiedergabe des Objektes mit Hülfe der Mikrophotographie, aber man wird das nicht vermeiden können, denn die Vervielfältigung der Bilder durch den photographischen Kopirprozeß ist viel zu schwerfällig und kostspielig, um eine weite Verbreitung finden zu können.

Sollte die vorstehende Arbeit neuerdings Anregung zur Aufnahme der mikroskopischen Untersuchung der Metalle geben, so würde ich mich außerordentlich freuen, wenn ich den Interessenten gelegentlich mit Rath und Unterweisung behülflich sein könnte.

---

2. Die Bestimmung der Maschinenrichtung eines Papiers.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Bei der Feststellung der Werthe für die Bruchbelastung und Bruchdehnung eines Papiers mit Hilfe eines der bekannten Festigkeitsapparate gewinnt die Frage nach schneller und leichter Bestimmung der Maschinenrichtung eine praktische Bedeutung. Man kommt weniger in die Lage, über die Auswechselung oder die Beibehaltung der zu einer Reihe von Streifen benützten Spiralfeder im Zweifel zu sein. Ein Beispiel mag dies veranschaulichen.

Sind beispielsweise 5 Streifen aus einer Richtung zerrissen worden und ergaben eine mittlere Bruchbelastung von 8 kg und eine mittlere Bruchdehnung von 4 %, so kann hieraus kein Schluß gezogen werden, ob die Streifen der Maschinenrichtung angehören oder der Querrichtung; es kann also auch nicht beurtheilt werden, ob zum Zerreißen der anderen Streifen die bisher verwendete 9 kg-Feder ausreicht, oder ob die 20 kg-Feder eingelegt werden muß; zu diesem Zwecke müßte erst einer der fünf Streifen versuchsweise zerrissen werden.

Kann aber auf leichte Weise festgestellt werden, daß die zerrissenen Streifen der Querrichtung angehören, so kann man sicher annehmen, daß für die anderen fünf Streifen die stärkere Feder erforderlich ist und umgekehrt.

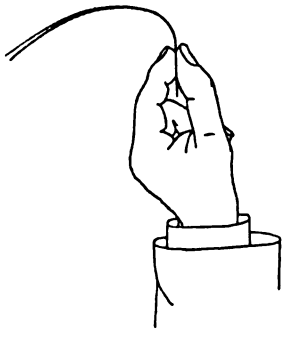
Auch sonst kann die Frage nach einer bequemen Bestimmung der Maschinenrichtung im Papier von Bedeutung sein, beispielsweise für das Kniffen von Aktendeckeln ꝛc. Die einzige bisher bekannte, von der Versuchs-Anstalt mitgetheilte Methode besteht darin, daß man aus dem in Frage kommenden Material ein kreisförmiges Stück von ungefähr 10 cm Durchmesser herausschneidet und es wenige Sekunden auf Wasser schwimmen läßt; nimmt man es dann mit Hilfe einer Pinzette heraus und legt es vorsichtig auf die flache Hand, wobei man zu verhindern hat, daß er sich fest an die Handflächen anschmiegt, so krümmen sich die Ränder nach oben und zwar schließlich so stark, daß sie übereinandergreifen. Der nicht gekrümmte Durchmesser des Blattes giebt die Maschinenrichtung an.

Hat man denselben Versuch mit ungeleimtem Papier vorzunehmen, so leimt man dieses zunächst; man löst zu dem Zweck eine geringe Menge Kolophonium in Alkohol oder Aether,

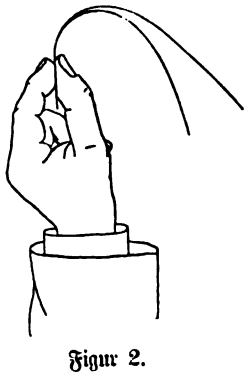
zieht das zu prüfende Papier durch diese Lösung und läßt das Lösungsmittel verdunste
Das Papier hat nunmehr seine Saugfähigkeit verloren und kann ohne Schwierigkeit zu de
oben angeführten Versuch verwendet werden.

Eine wesentlich einfachere Methode, für welche es auch ohne Bedeutung ist, ob d
Papiere geleimt sind oder nicht, hat der an der Versuchs-Anstalt thätige Techniker Nick
gefunden. Von besonderem Werth ist diese bei der Ausführung der Festigkeitsversuche, we
die zum Zerreißen zugeschnittenen Streifen benutzt werden können, ohne daß diese in irgen
einer Weise beschädigt werden.

Unter der wohl immer zutreffenden Voraussetzung, daß das zu untersuchende Papier
parallel und normal zum Maschinenlauf beschnitten ist, entnimmt man parallel einer Kante
einen Streifen von beliebiger Länge und Breite und senkrecht hierzu einen zweiten von gleichen
Abmessungen. Legt man diese beiden Streifen so aufeinander, daß sie sich decken, hält sie an
einem Ende mit dem Daumen und Zeigefinger zusammen, während das andere Ende frei



Figur 1.



Figur 2.

herunterhängt, so werden sie entweder eng aufeinander liegen (Fig. 1), oder der eine hängt tiefer herunter als der andere (Fig. 2). Im ersteren Falle ist der untere im zweiten der obere Streifen der aus der Maschinenrichtung entnommene.

Die Erklärung für diese Erscheinung dürfte in der verschiedenen Dehnungsfähigkeit der Streifen zu suchen sein; der Streifen aus der Maschinenrichtung, welcher die geringere Dehnung aufweist, wird naturgemäß auch eine geringere Durchbiegung zeigen als der Streifen aus der Querrichtung und demgemäß weniger tief herunterhängen als dieser. Auch zwei nebeneinander entnommene Streifen können etwas von einander abweichende Lagen haben, wenn ihre Dehnbarkeit ein wenig verschieden ist. Für die Bestimmung der Maschinenrichtung ist dies jedoch in der Regel nicht störend.

---

3. Die Untersuchung der vegetabilischen Schmieröle mit besonderer Berücksichtigung der qualitativen Reaktionen.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde.

Während man in neuerer Zeit durch die grundlegenden Arbeiten von **Köttsdorfer**, v. Hübl und Benedikt dazu übergegangen ist, die sog. quantitativen Reaktionen, **wie Fest**stellung der Verseifungszahl, Jodzahl, Wärmeerhöhung mit konzentrirter Schwefelsäure, **Acetyl**zahl ꝛc. als entscheidende Merkmale zur Beurtheilung der Reinheit **pflanzlicher und thierischer** Oele anzusehen, bildeten früher einfache qualitative Farbenreaktionen die **hauptsächliche**

habe zur Untersuchung der genannten Stoffe. Die von Benedikt 1886 herausgegebene „Analyse der Fette und Wachsarten" bezeichnet gewissermaßen den historischen Wendepunkt in der Analyse der Oele, insofern hier zum ersten Male ein systematischer Untersuchungsgang unter Benutzung der quantitativen Konstanten der Oele und gleichzeitiger kritischer Sichtung der qualitativen Farbenreaktionen festgestellt worden ist. Das Bedürfniß zu einem derartigen Werke lag um so mehr vor, als durch die kurz vorher erschienenen sehr umfangreichen Werke von Schädler über die „Technologie der Fette und Oele des Thier- und Pfanzenreiches und der Fossilien" ein sehr großes, aber noch nicht kritisch geordnetes Material ohne Bezugnahme auf die benutzte Literatur und die theilweise allerdings erst später auftauchenden quantitativen Reaktionen gegeben worden war. Auf das inzwischen noch vor dem Tode Schädlers erschienene kleinere Werk desselben Autors über „die Untersuchung der Fette"[1]) sei hier noch kurz hingewiesen; es bildet vorwiegend einen Auszug aus seiner bereits erwähnten Technologie unter Einfügung der neuen physikalischen Prüfungsmethoden und des von Benedikt zusammengestellten Materials. Mehr von Interesse ist die von Peters verfaßte Inauguraldissertation[2]) „Kritische Studien über die Prüfung der fetten Oele", da hier eine eingehendere Behandlung der neueren Untersuchungsmethoden und insbesondere auch der qualitativen Reaktionen stattgefunden hat.

Wie überhaupt in der gesammten Literatur über die qualitativen Farbenreaktionen der Oele die nach jeder neu auftauchenden Reaktion folgenden Einwürfe kritischer Beobachter die bezeichnendste Erscheinung bilden, so hat auch Peters in der genannten Dissertation nur wenigen unter den vielen von ihm untersuchten Reaktionen eine gewisse Berechtigung zuerkannt.

Im Laufe der letzten Jahre ist nun eine Anzahl weiterer Reaktionen aufgetaucht, welchen bereits theilweise widersprochen, theilweise aber ein größeres Zutrauen entgegengebracht worden ist, wie den unzähligen früher benutzten Farbenreaktionen von Chateau, Calvert ꝛc. Ein großer Theil dieser Reaktionen ist auch von der Versuchsanstalt geprüft worden, ebenso sind die von Benedikt und Peters anerkannten Farbenreaktionen einer näheren Prüfung unterzogen, wobei sich allerdings mehrfach Widersprüche ergeben haben. Da nun die genannten Reaktionen, insofern sie ein wirkliches Kennzeichen der einzelnen Oele bilden und hinreichende Empfindlichkeit zeigen, nicht nur ein wissenschaftliches Interesse beanspruchen, sondern vor allen Dingen auch von hervorragender praktischer Bedeutung für die technische Analyse der Oele sein können, so erscheint es vielleicht erwünscht, durch eine Mittheilung der hier gewonnenen Erfahrungen zur weiteren Klärung der berührten Frage beizutragen. Daher werden im folgenden die wichtigsten der bei der qualitativen Untersuchung der fetten Oele in Betracht kommenden Reaktionen einer näheren Erörterung bezüglich ihrer Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit unterzogen und hierbei die Ursachen der vielfach in dieser Hinsicht aufgetauchten Widersprüche berührt werden. Da die bisher veröffentlichten Farbenreaktionen für die verschiedenen Oele nachgerade zu einer fast verwirrend großen Anzahl angewachsen sind, so mußte durch Ausschließung der schon von berufener Seite verworfenen Reaktionen eine besondere Auswahl der zur Untersuchung heranzuziehenden Reaktionen getroffen werden. Der größte Theil der genannten Reaktionen ist zur Ermittelung der Reinheit des Olivenöls und zwar besonders der Speiseöle dieser Gattung erforscht worden. In der Versuchsanstalt spielt aber die Untersuchung der technischen Olivenöle neben der Prüfung der rohen und raffinirten

[1]) Leipzig 1890.
[2]) Erlangen 1888.

Rüböle die Hauptrolle. Obwohl nun zu vermuthen wäre, daß sich die auf etwas anderem Wege wie die Speiseöle aus den Oliven gewonnenen technischen Produkte den verschiedenen bei den qualitativen Reaktionen angewandten Reagentien gegenüber anders verhalten müßten, will ich gleich allgemein bemerken, daß sich irgendwelche wesentlichen Unterschiede gegenüber dem bei den Speiseölen von anderen Beobachtern gekennzeichneten Verhalten hier nicht ergeben haben.

Die den nachfolgenden hier geprüften Reaktionen zu Grunde gelegten Oelproben sind zu den Versuchen durch Feststellung ihrer Jodzahlen, Verseifungswerthe und physikalischen Eigenschaften als genügend rein befunden worden.

a. Prüfung auf Rüböl.

Für die Feststellung eines Rübölgehaltes im Olivenöl wurde früher gewöhnlich und zum Theil noch neuerdings die Auffindung von Schwefel als entscheidend betrachtet. Dieser Bestandtheil soll den Kruziferenölen allein eigenthümlich sein.

I. Nach Benedikt[1]) wird das Oel zum Nachweise des Schwefels mit Kalilauge verseift und das gebildete Schwefelkalium durch Blei- oder Silberlösung an der entstehenden Schwarzfärbung nachgewiesen. Mehrere auf diese Weise von mir behandelte Rüböle gaben indessen keinen Niederschlag von Schwefelblei.

An einer anderen Stelle[2]) sagt Benedikt: „Die Gegenwart von Kruziferenölen verräth sich durch den ursprünglich nur dieser Gruppe eigenthümlichen Schwefelgehalt. Das Resultat ist dadurch unsicher, daß auch andere Oele, welche mit Schwefelkohlenstoff extrahirt sind, Schwefel enthalten. Fällt jedoch obige Probe negativ aus, so ist die Gegenwart eines Kruziferenöles ausgeschlossen." Nach Schädler[3]) sind aber kaltgepreßte Rüböle schwefelfrei.

Nach Bornemann[4]) konnte auch O. Schweißinger in einer großen Anzahl von gereinigten Rübölen mit der Methode von Liebig keinen Schwefel nachweisen. Benedikt[5]) selbst hat späterhin den angeblichen Schwefelgehalt des Rüböls bezweifelt.

II. Schneider[6]) will noch 2 % Rüböl im Olivenöl erkennen, indem er 1 Vol. Oel in 2 Vol. Aether löst, mit 20 bis 30 Tropfen einer gesättigten weingeistigen Silberlösung versetzt, stark schüttelt und umrührt. Bei großem Rübölzusatz ist die untere Schicht bräunlich, endlich fast schwarz, bei wenig Rüböl erst nach 12 Stunden deutlich braun. Am entschiedensten tritt die Reaktion nach dem Verdunsten des Aethers hervor. Nach Benedikt[7]) hat sich jedoch herausgestellt, daß auch diese Reaktion — die übrigens nicht allen Kruziferenölen eigen, (Senföl z. B. nicht) — unsicher ist, indem Kottonöl ganz ähnliche Färbungen erzeugt. Ein von mir untersuchtes reines Rüböl gab die Schneidersche Reaktion noch nicht nach sechsstündigem Stehen. Es bildete sich nur ein schmutziggrüner Bodensatz. Bei einem reinen Olivenöle zeigte sich ebenfalls keine bemerkenswerthe Färbung, nur war der Bodensatz etwas heller.

III. V. Villavechia und G. Fabris[8]) versetzen 10 ccm des mit alkoholischem Kali verseiften Oeles mit 2 ccm wässriger Silbernitratlösung und 10 ccm Salpetersäure (1 Theil

[1]) loc. cit. S. 60.
[2]) loc. cit. S. 198.
[3]) „Untersuchung der Fette" ꝛc. 1890 S. 117.
[4]) „Die fetten Oele des Pflanzen- und Thierreichs 1889. S. 235.
[5]) „Seifenfabrikant." 8, 1888.
[6]) „Dingler" 161. S. 465.
[7]) loc. cit. S. 227.
[8]) „Publicazione del Laboratorio Chimico Centrale della Gabelle" 1890.

Säure auf 3 Theile Wasser). Nach dem Umschütteln der Ruhe überlassen, setzen sich zwei Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischem Gewicht ab, an deren Berührungsstelle bei Gegenwart von Rüböl ein brauner Ring zu beobachten sein soll. Kottonöle sollen nur Braunfärbung der Lösung, reine Olivenöle aber keine Reaktion geben.

Ein hiernach von mir behandeltes reines Olivenöl gab jedoch ebenso wie zwei Rüböle an der Berührungsstelle schwarze Abscheidungen. Somit dürfte auch dieses Verfahren zum Nachweise eines Schwefelgehaltes, beziehungsweise des Rüböls selbst nicht geeignet sein, da einerseits der Eintritt der Reaktion auch bei einem rübölfreien Olivenöl vorkommen kann, anderseits aber deren Ausbleiben nach den oben mitgetheilten Zweifeln an dem Schwefelgehalt der Rüböle auch nicht die Abwesenheit von Rüböl bedingt.

b. Prüfung auf Baumwollsaatöl.

Von den qualitativen Farbenreaktionen spielt hier die Hauptrolle die sog. Bechi-Reaktion. Diese beruht im Wesentlichen auf der reduzierenden Wirkung, welche gewisse Bestandtheile des Baumwollsaatöls auf Silberlösung ausüben, ist jedoch hinsichtlich der Art der Versuchsausführung infolge der häufig beobachteten Unzuverlässigkeit mehrfachen Abänderungen unterworfen worden.

Die ursprüngliche Angabe von Bechi[1]) zur Ausführung des Versuches, welche auch von Benedikt in seine „Analyse der Fette und Wachsarten" übernommen wurde, war folgende:

I. 5 ccm des Oeles werden mit 25 ccm absol. Alkohol und 5 ccm einer Lösung von 1 g Silbernitrat in 100 g absol. Alkohol in einem Kölbchen versetzt. Wird die Mischung auf 84 C° erwärmt, so tritt bei Gegenwart von Baumwollsaatöl dunkle Färbung ein, während Olivenöl nicht gefärbt wird.

Ueber die nach dieser Vorschrift hier vorgenommenen Versuche ist zunächst zu bemerken, daß es nur bei zufällig eintretendem Siedeverzuge möglich war, die Mischung des Oeles mit Alkohol nnd Silbernitrat auf 84 C° zu erwärmen, und daß bei mehreren Versuchen der Wärmegrad der Mischung nicht über 81 bis 82° hinausging. Bei den beiden der Prüfung unterzogenen Baumwollsaatölen trat Hellbraunfärbung des Oeles nach dem Kochen ein. Von mehreren anderen von Baumwollsaatöl freien Oelen, wie Olivenöl und Rüböl zeigte eine Probe nach dem Erhitzen mit dem Reagens ebenfalls geringe Braunfärbung. Eine andere Probe eines Olivenöls zeigte kleine schwarze Partikelchen, die leicht zu Irrthümern Veranlassung geben konnten. In Mischungen mit 10 % Baumwollsaatöl traten schwache Bräunungen auf, doch waren diese gegenüber einigen Färbungen der reinen Olivenöle nicht besonders charakteristisch.

Die Reaktion wurde auch bereits früher von anderer Seite für unsicher erklärt und Bechi[2]) selbst hat später die Reaktion wie folgt geändert:

II. „Man bereitet sich 1) eine Lösung von 0,7 g Silbernitrat in 1 ccm Wasser und 200 ccm 96prozentigem Alkohol. (Zusatz von Aether ist geeignet, jedoch nicht durchaus erforderlich.) 2) eine Lösung von 15 Theilen Rapsöl in 85 Theilen Amylalkohol. 10 ccm des Oeles werden mit 1 ccm der Silberlösung und 8 bis 10 ccm der Rapsölmischung stark gemischt und ungefähr 10 Minuten im Wasserbade erhitzt. Bei Gegenwart von Baumwollsaatöl entsteht eine Braunschwarzfärbung."

[1]) „Zeitschr. f. analyt. Chemie" 23, 27.
[2]) L'Orosi 1887 S. 37, „Archiv d. Pharmac.". 1887, 13. S. 590.

Dieterich[1]) bekam nach diesem Verfahren bei Mischungen von 20 % Baumwollsaatöl zum Olivenöl nur undeutlich und langsam eintretende Reaktionen. Geißler bemerkt hierzu, daß die Oele der Kruziferen eine ähnliche Reaktion geben, so daß letztere nicht für Kottonöl charakteristisch ist.

Von den hier auf vorstehende Weise in weiten Reagensgläsern geprüften Baumwollsaatölen gab das eine eine ausgeprägt hellbraune Lösung und schwarze Abscheidungen am Rande, während das andere und ebenso ein reines Olivenöl nur gelbe Lösung gaben. Zwei andere reine Olivenöle gaben eine grüne Lösung. Eine Mischung eines reinen Olivenöles mit 30 % des die Reaktion gebenden Baumwollsaatöles zeigte keine Bräunung mehr. Die Reaktion ist demnach noch unzuverlässiger wie die zuerst behandelte. Ich will allerdings hervorheben, daß das ein negatives Resultat gebende Baumwollsaatöl bei Anstellung der letzteren Probe schon einige Jahre in der Versuchsanstalt gelagert hatte und demnach die Substanzen, welche sonst vielleicht eine Reduktion des Silbernitrats hervorgerufen hätte, durch Veränderung beim Lagern die Reduktionsfähigkeit verloren haben können; daß jedoch dieser Umstand nicht für Beibehaltung der Reaktion spricht, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

III. Von der „Wissenschaftlichen Kommission" des italienischen Finanzministeriums rührt noch eine der zweiten Bechischen ähnliche Vorschrift vom 24. April 1886[2]) her. Hiernach wird eine Lösung von 1 g Silbernitrat in 200 ccm 98 prozentigem Alkohol, 40 ccm Aether und 0,1 g Salpetersäure, sowie eine solche von 15 ccm gereinigtem Colzaöl in 100 ccm Amylalkohol benutzt. Nach V. Villavechia und G. Fabris[3]) werden 10 ccm des Oeles mit 1 ccm der Silberlösung und 10 ccm der Rapsöllösung gut gemischt, die Mischung wird in zwei annähernd gleiche Theile getheilt und hiervon nur der eine Theil ¼ Stunde im kochenden Wasser erhitzt und dann die Farbe der unerhitzten und erhitzten Probe verglichen.

Auch nach dieser Vorschrift behandelt, gab das bei der Vorschrift II versagende Baumwollsaatöl keine Braunfärbung, sondern nur hellgelbe Lösung.

IV. Millian[4]) hat nun eine ebenfalls auf Reduktion von Silbernitrat beruhende Methode angegeben, mittelst welcher er Baumwollsaatöl bis zu 1 % im Olivenöl sicher nachweisen zu können glaubt. Zu diesem Zwecke löst er 5 ccm der aus dem Oel abgeschiedenen Fettsäuren in 15 ccm 90 prozentigem Alkohol und erhitzt dann mit 2 ccm einer 3 prozentigen wässrigen Silberlösung 1—3 Minuten zum Kochen. Bei Gegenwart von Baumwollsaatöl tritt Dunkelfärbung der Flüssigkeit ein, und die Fettsäuren steigen durch metallisches Silber dunkel gefärbt an die Oberfläche.

Die auf Grund dieser Vorschrift hier vorgenommenen Versuche ergaben bei beiden Baumwollsaatölen sehr ausgeprägte chokoladenbraune Färbungen, die noch bei Gegenwart von 5 % dieser Oele in anderen Oelen, z. B. Rüböl oder Olivenöl sehr scharf auftraten, während letztere Oele selbst nur gelb gefärbte Lösungen ergaben. Mehrere der hierher gehörigen Proben sind von dem Assistenten Dr. Bender ausgeführt worden. Bis 1 % Baumwollsaatöl gaben sich noch, wenn auch nicht mehr durch sehr scharfe Färbung, zu erkennen.

Es würde demnach die Milliausche Reaktion von den auf Reduktion des Silbernitrats beruhenden als die geeignetste betrachtet werden können, wenn nicht eine weitere Beobachtung

[1]) „Helfenberger Annalen" 1886 S. 39.
[2]) „Publicazione del Laboratorio Chimico Centrale della Gabelle" 1890.
[3]) ebendaselbst.
[4]) „Comptes rendus" 1888, 106, S. 550.

deren Anwendung hinfällig machte. In Folge einer Bemerkung von Dieterich,[1]) daß bis zum Rauchen erhitztes Baumwollsaatöl die Bechi-Reaktion aushalte, habe ich auch bei der Milliauschen Reaktion das Verhalten der Oele in dieser Hinsicht geprüft. Leider ergab sich hierbei, daß das eine auf 240 C° erhitzte Baumwollsaatöl keine sichtliche Reduktion mehr hervorbrachte, während das andere eine zwar noch gut erkennbare, aber nicht mehr so scharf ausgeprägte und so starke Färbung gab wie die unerhitzte Probe.

V. Hirschsohn[2]) benutzt zum Nachweise des Baumwollsaatöls seine Fähigkeit, in einer Lösung von Goldchlorid durch Reduktion eine Rothfärbung hervorzubringen. Zu diesem Zweck werden 5 ccm des Oeles mit 10 Tropfen einer Lösung von Goldchlorid in 200 ccm Chloroform in einem Reagensglase gemischt und dieses 20 Minuten lang in siedendes Wasser gethan; Rothfärbung zeigt die Gegenwart von Baumwollsaatöl an.

Franz H. Moerch[3]) prüfte mit Hilfe dieser Reaktion eine Anzahl anderer zuverlässig reiner Oele und fand, daß Arachisöl, Behen-, Mohn-, Sesam- und Wallnußkernöl gleiche Färbungen geben.

Ich will nur hinzufügen, daß außer den beiden genannten Baumwollsaatölen ein von mir geprüftes reines Hanföl ebenfalls schöne Rothfärbung bei dieser Reaktion nach kurzem Erhitzen zeigte, während zwei Olivenöle Violettrothfärbung ergaben. Die übrigen untersuchten Oele gaben keine Färbungen.

Zieht man noch in Betracht, daß Dieterich[4]) auch mit dieser Reaktion bei zum Rauchen erhitztem Baumwollsaatöl keine Reduktion erhalten hat, so wird man ebenso wenig wie in den anderen erwähnten Reaktionen in dieser Reaktion ein geeignetes Mittel zur Erkennung des Baumwollsaatöles besitzen.

VI. Nach Benedikt[5]) bringt Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,37 mit dem gleichen Volum Oel geschüttelt im Olivenöl bei Anwesenheit von Kottonöl eine kaffeebraune Färbung hervor.

Von den hier auf vorstehende Weise geprüften Baumwollsaatölen gab die eine, schon abgelagerte Probe schmutziggelbe, die andere Probe schwachrothbraune Färbung.

VII. Da somit diese Säure keine charakteristische Farbenerscheinungen gab, so wurden Versuche mit einer stärkeren Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,41 angestellt. Es wurden stets 1—2 ccm der Oele mit dem gleichen Volumen Salpetersäure geschüttelt.

Die reinen Baumwollsaatöle gaben hierbei stark rothbraune Färbungen, reine Olivenöle schmutzig gelbe Färbungen, die nach längerem Stehen bräunlich wurden. Ein reines raffinirtes Rüböl gab indessen auch Braunfärbung. In Mischungen von Olivenölen und Baumwollsaatöl gaben sich 20 % des letzteren zu erkennen. 10 % waren nicht mehr scharf zu erkennen. Als Vorprobe zur Prüfung auf größere Mengen Baumwollsaatöl mag die Probe einen gewissen Werth haben, wenn das Ergebniß negativ ausfällt. Bei eintretender Braunfärbung kann jedenfalls kein sicherer Schluß auf die Gegenwart von Baumwollsaatöl gezogen werden.

Auf den Vorschlag von Peters[6]) Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,42 anzuwenden,

---

[1]) „Helfenberger Annalen" 1890, 2.

[2]) „Pharm. Ztg." 1889, S. 721.

[3]) „Amer. Journ. of Pharm." Febr. S. 65.

[4]) „Helfenberger Ann." 1890, 2. Die Labichesche Probe (Chem. Rep. der Chem. Ztg. 1889, 13, S. 309) versagte ebenfalls bei erhitztem Baumwollsaatöl.

[5]) „Analyse der Fette und Wachsarten" 1886, S. 227.

[6]) loc. cit.

gleiche Volumina Oel und Säure schwach zu erwärmen und die Farbe des erstarrten Oeles zu betrachten, sei hier nur kurz hingewiesen. Ein sicheres Mittel zur Erkennung des Baumwollsaatöles kann nach dem oben gesagten auch diese Probe nicht gewähren.

c. Prüfung auf Sesamöl.

Zum Nachweise von Sesamöl im Olivenöl ist die von Bauduin[1]) angegebene Probe zu empfehlen.

Man soll hiernach ein kleines Stückchen (½ bis 1 dg) Zucker mit Salzsäure (vom spez. Gewicht 1,18) übergießen und mit dem doppelten Volumen Oel schütteln. Bei Gegenwart auch nur kleiner Mengen Sesamöl ist die wässerige Schicht schon roth gefärbt.

Diese Reaktion, welche hier mit Salzsäure vom spez. Gewicht 1,19 vorgenommen wurde, gab bei Gegenwart von Sesamöl in anderen Oelen sehr scharfe Färbungen, so daß sich bis zu 1 % Sesamöl durch sehr deutliche Rothfärbung, 0,5 % durch schwache Rosafärbung noch bemerkbar machte, während sich bei reinem Olivenöl, Rüböl, Hanföl ꝛc. die Säure nur mit gelblicher Farbe absetzte. Es wurde gewöhnlich eine dem Volumen einer Erbse entsprechende Menge von gestoßenem Rübenzucker mit etwa 2 ccm Salzsäure so lange geschüttelt, bis der Zucker größtentheils gelöst war, dann wurde die Säure mit dem gleichen Volumen Oel im Reagensglase stark geschüttelt und das Gemisch der Ruhe überlassen. Maßgebend ist nur die Farbe der Säure unmittelbar nach erfolgter Trennung der Oel- und Säureschicht, da sich bei längerem Stehen die zuckerhaltige Salzsäure stets tiefbraun bis rothbraun färbt und so eventuell zu Irrthümern Veranlassung geben kann. Eine zum Rauchen bis 200 C° erhitzte Probe Sesamöl gab die Reaktion in gleich deutlicher Weise wie vor dem Erhitzen.

Die von Crace-Calvert[2]) angegebene Reaktion des Sesamöls mit Salpeter-Schwefelsäure wurde durch Versuche des Assistenten Dr. Bender bestätigt, konnte jedoch hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit nicht in Vergleich gesetzt werden zu der Bauduinschen Probe, so daß von ihrer Benutzung Abstand genommen werden kann. Zwei von Sesamöl freie Proben Rüböl und Mohnöl zeigten außerdem auch eine der durch Sesamöl erzeugten ähnliche Färbung.

d. Trocknende Oele.

Zum Nachweis trocknender Oele werden von Benedikt und Peters nur die schon im Anfang erwähnten quantitativen Reaktionen als zweckentsprechend bezeichnet, welche zum Nachweis irgendwie beträchtlicher Mengen dieser Oele im Olivenöl und Rüböl bereits ausreichen.

Benedikt führt noch ein in der Chemiker-Zeitung[3]) beschriebenes Verfahren zum Nachweis trocknender Oele an: Man bringt einen sauber geputzten Kupferdraht in eine Mischung von 2 ccm Salpetersäure und 5 ccm Oel und rührt mit einem Glasstabe um. War die Probe mit Leinöl versetzt, so zeigt sich der nach einer halben Stunde herausgenommene Draht rosa angelaufen.

Zwei nach diesem Verfahren in der Versuchsanstalt geprüfte Leinöle brachten keine bemerkenswerthe Veränderung in der Farbe des Kupferdrahtes hervor, so daß von einer Verwerthung der Probe für die Erkennung von Leinöl Abstand genommen werden muß.

---

[1]) „Zeitschrift f. das chem. Großgewerbe" 1878, S. 771.

[2]) siehe Benedikt, „Analyse der Fette und Wachsarten" 1886, S. 201.

[3]) Jahrgang 9, S. 123.

Nach Benedikt[1]) giebt Hanföl mit konzentrirter Salzsäure (spez. Gew. 1,19) oder mit Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,18 grüne Färbung. Mit dem fünffachen Volumen eines Gemisches von gleichen Theilen Wasser, konzentrirter Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure soll nach demselben Autor[2]) Hanföl Anfangs grüne, später schwarze Färbung geben, welche erst nach 24 Stunden rothbraun wird. Von zwei hier vorliegenden Hanfölen gab das eine, dunkelgefärbte, mit Salzsäure intensive Grasgrünfärbung, mit Salpetersäure Hellgrünfärbung. Das andere Hanföl gab mit beiden Säuren nur Gelbfärbung, während beide Oele mit dem Gemisch von Salpetersäure, Schwefelsäure und Wasser Braunschwarzfärbung gaben. Diese Färbung trat jedoch auch bei einem Leinöl auf, welches sich gegen Salzsäure indifferent gezeigt hatte. Es kann demnach von diesen Reaktionen kein geeigneter Gebrauch gemacht werden.

e. Allgemeine Reaktion auf Samenöle von Brullé.[3])

Nach Brullé werden 10 ccm Oel mit 0,1 g gepulvertem Eiweiß und 2 ccm Salpetersäure vorsichtig erwärmt; dann wird beim Sieden der Säure das Reagensglas geneigt, wobei das Eiweiß sich im Oel lösen soll. Bei reinem Olivenöl soll die Farbe der Mischung gelb mit schwach grünlichem Schein, bei Gegenwart von 5 % Samenöl deutlich bernsteingelb, von 50 % Samenöl dunkelorange gefärbt sein. Ich erhielt nach diesem Verfahren bei einer Probe reinen Olivenöls grüne, bei einer anderen Probe der gleichen Gattung sehr schwach grüne, bei einem Gemisch von Olivenöl mit größeren Mengen Rüböl (über 30 %) gelbgrüne, und bei einem Gemisch von Olivenöl mit mehr als 80 % Rüböl bernsteingelbe Färbung. Von einer Benutzung dieser Reaktion ist daher auch Abstand zu nehmen.

f. Nachweis von Thran.

Auf die Unzuverlässigkeit der von Schädler[4]) angegebenen Reaktion auf Thran mit syrupdicker Phosphorsäure ist bereits früher[5]) hingewiesen worden. Die hier ausgesprochene Ansicht wurde auch später durch Versuche von Grittner[6]) bestätigt.

g. Prüfung auf Mineralöl.

Das früher in diesen „Mittheilungen“[7]) beschriebene qualitative Verfahren zum Nachweis von Mineralöl bis zu kleinen Mengen herab, wurde auch noch an mehreren Proben einer weiteren Prüfung unterzogen. Hierbei wurde beobachtet, daß die bei Gegenwart geringer Mengen, ½ bis 2 % Mineralöl, durch Zusatz von Wasser zu der Seifenlösung entstehende Trübung bei einigen Proben durch weiteren Zusatz von Wasser verschwand, indem sich das Mineralöl in der verdünnten Seifenlösung wieder löste. Es ist daher, um Irrthümern vorzubeugen, noch darauf aufmerksam zu machen, daß nur die bereits früher als charakteristisch angegebene beim Wasserzusatz entstehende Trübung als entscheidend für die Gegenwart von Mineralöl zu betrachten ist.

---

[1]) „Analyse der Fette und Wachsarten“ 1886, S. 217.
[2]) ebendaselbst, S. 218.
[3]) „Comptes rendus“ 1888, 106, S. 1017.
[4]) Untersuchung der Fette, Oele ꝛc. 1890, S. 117.
[5]) „Mittheilungen“ 1890, S. 22.
[6]) „Zeitschrift für angewandte Chemie“ 1891, Heft 9, S. 265.
[7]) Jahrgang 1889, S. 75.

h. Prüfung auf Harzöl.

Die in diesen „Mittheilungen“[1]) S. 19 angegebene Reaktion mit Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,624 ist für die Prüfung von Olivenöl und Rüböl ausreichend. Ebenso ist die gleichzeitige Benutzung der Morawskyschen Reaktion[2]) bei Abwesenheit von Harz zu empfehlen.

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung der im obigen mitgetheilten Ergebnisse wird die bedauernswerthe Thatsache auffallen, daß von allen angeführten zur Erkennung von fetten Oelen in gegenseitigen Mischungen dienenden Reaktionen nur diejenige auf Sesamöl mittelst zuckerhaltiger Salzsäure eine bisher noch nicht durch das Experiment in Frage gestellte Sicherheit gewährt. Berücksichtigt man, daß noch eine große Anzahl früher benutzter Reaktionen von Calvert, Chateau ꝛc. und auch neuerer Reaktionen vorliegen, auf deren Unsicherheit bereits von anderer Seite[3]) hingewiesen worden ist, so drängt sich die Frage auf, wie eine solche Fülle von wenig verwerthbaren Vorschlägen Eingang in die technische Literatur finden konnte. Als hauptsächlicher Mangel würde hervorzuheben sein, daß mit Ausnahme der Rüböl-reaktionen bei sämmtlichen bisher aufgefundenen Reaktionen der Oele die chemische Natur der die Farbenerscheinungen bedingenden Körper gänzlich unbekannt ist. Selbst bei der Reaktion auf Rüböl mittelst Silbernitrat ist nur theilweise der Schwefelgehalt des Rüböls als die Ursache der entstehenden Schwarzfärbung erkannt worden, während auch noch andere der Zusammensetzung nach unkontrolirbare Nebenbestandtheile eine Reduktion des Silbernitrats hervorrufen sollen. Würde man die bei der Berührung mit den Reagentien die Färbung hervorrufenden Körper näher kennen, so würde man bald feststellen können, ob sie nur zufällige, leicht der Veränderung unterworfene Beimischungen oder eigenthümliche Bestandtheile der Oele bilden, und man würde in der Lage sein, den Werth oder Unwerth einer Reaktion von vornherein beurtheilen zu können.

Vor allem ist es von größter Wichtigkeit bei Auffindung einer Reaktion, ob der auf das Reagens einwirkende Körper nun bekannt ist oder nicht, eine möglichst große Anzahl der verschiedenartigsten Oele, sowohl derjenigen Gattung, für welche die Reaktion charakteristisch sein soll, als der übrigen Gattungen in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Insbesondere dürfen nur solche Oele zur Anwendung gelangen, deren Reinheit durch eingehende Untersuchung, wie Feststellung der Jodzahl, Verseifungszahl, Wärmeerhöhung mit conc. Schwefelsäure ꝛc. zweifellos erscheint. Es scheint, daß besonders auf letzteren Punkt nicht immer bei der Veröffentlichung der Reaktionen genügend Rücksicht genommen worden ist.

Weiterhin ist es erforderlich, die Oele in den verschiedensten Zuständen, wie sie in der Praxis vorkommen, zu untersuchen, d. h. rohe, wie raffinirte Produkte, frische und abgelagerte, gebleichte und ungebleichte Oele, da sich augenscheinlich hier Unterschiede bemerkbar machen.

Durch die beim Baumwollsaatöl gemachte Beobachtung wird man sich veranlaßt sehen festzustellen, ob die Reaktionen auch bei den mehr oder weniger stark erhitzten Oelen eintreten.

---

[1]) Jahrgang 1890, S. 19.

[2]) ebendaselbst.

[3]) Benedikt, „Analyse der Fette und Wachsarten“ 1886, S. 198 und 225.
Peters, „Kritische Studien“ ꝛc.

IV. Mittheilungen aus der Prüfungs-Station für Baumaterialien.

Ergebnisse der Untersuchungen von Bitumelithproben.

Vom Vorsteher Professor Dr. Böhme.

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse einer Material-Untersuchung veröffentlicht, welche durch die Herren Gogarten & Baltruszatis zu Berlin beantragt wurde. Letztere haben die Einwilligung zur Bekanntmachung der ermittelten Resultate bereitwilligst gegeben.

Den Angaben der Herren Antragsteller gemäß soll das geprüfte Material, welches den Namen „Bitumelith" trägt und nach einem den Herren Trobach & Huppertsberg in Berlin patentirten Verfahren hergestellt ist, besonders zu Pflasterungszwecken, Flurbelägen, Wölbungen u. s. w. benutzt werden. Die Proben wurden mit Rücksicht hierauf den verschiedensten Prüfungen unterworfen, und zwar sowohl in reinem Zustande, als auch in Verbindung mit Normalsand. Um zu ersehen, ob das Material mit der Zeit weiter erhärte, wurden die Versuche auf 7 und 28 Tage alte Proben ausgedehnt und die erforderlichen Probekörper in der Prüfungs-Station sachgemäß hergestellt.

Die Ergebnisse der im Januar und Februar 1891 ausgeführten Versuche sind im Auszuge durch die nachstehenden Tabellen zusammengefaßt, aus welchen hervorgeht, daß die ermittelten Festigkeitswerthe für Zug, Druck und Bruch für den lufttrockenen Zustand die höchsten Zahlen aufweisen, während sich bei den für die anderen Zustände benutzten Proben naturgemäß eine gewisse Abminderung dieser Zahlen herausstellt. Diese ergiebt sich in Procenten der Festigkeiten der Proben im lufttrockenen Zustande, soweit es sich um die Versuche mit reinem Bitumelith bei einem Alter von 7 Tagen handelt,

	Zug:	Druck:	Bruch:
für die wassersatten Proben auf:	40,8 %	35,9 %	64,7 %
für die ausgefrorenen Proben,			
bei Frost an der Luft auf:	2,9 „	8,7 „	42,6 „
bei Frost unter Wasser auf:	10,8 „	14,7 „	54,4 „
für die im Feuer beanspruchten Proben,			
bei langsamer Abkühlung auf:	44,9 „	33,4 „	—
bei plötzlicher Abkühlung auf:	68,0 „	55,7 „	—

A. Resultate der Prüfungen von 7 Tage alten Proben aus reinem Bitumelith.

Zugfestigkeit

5 qcm Zerreißungsquerschnitt.

lufttrocken		wassersatt		ausgefroren*) an der Luft		ausgefroren*) unter Wasser		nach Beanspruchung durch Feuer**) langsam abgekühlt		nach Beanspruchung durch Feuer**) plötzlich abgekühlt	
No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm
1	34,50	11	22,50	21	38,50	31	35,00	41	19,75	46	10,00
2	35,50	12	18,00	22	34,50	32	28,00	42	22,00	47	12,50
3	26,00	13	17,00	23	33,00	33	26,50	43	15,50	48	11,00
4	32,00	14	19,50	24	32,00	34	33,25	44	17,00	49	10,50
5	29,50	15	27,00	25	30,50	35	31,50	45	20,00	50	10,75
6	37,50	16	18,50	26	34,00	36	31,50				
7	38 00	17	23,50	27	28,00	37	31,00	Die Proben zeigten einige leichte Oberflächenrisse.		Die Proben zeigten einige leichte Oberflächenrisse.	
8	35,00	18	24,00	28	32,00	38	27,50				
9	34,25	19	16,00	29	34,50	39	30,50				
10	39.75	20	16,50	30	35,00	40	30,25				
Sa.	342,00		202,50		332,00		305,00		94,25		54,75
Mittel	34,20 37,85[3])		20,25		33,20		30,50		18,85		10,95
Eigenes Gewicht	0,122 kg		0,129 kg		0,124 kg		0,122 kg		0,092 kg		0,108 kg

Platten-Abmessungen 7,1 . 7,1 . 4 cm
Gedrückte Fläche = 50 qcm.

Druckfestigkeit

(Würfel): Gedrückte Fläche = 50 qcm.

lufttrocken		lufttrocken		wassersatt		ausgefroren*) an der Luft		ausgefroren*) unter Wasser		nach Beanspruchung durch Feuer**) langsam abgekühlt		nach Beanspruchung durch Feuer**) plötzlich abgekühlt	
No.	Zerstörung bei kg/qcm	Nr.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm
51	518,4	61	464,4	71	280,8	81	405,0	91	378,0	101	345,6	106	162,0
52	496,8	62	442,8	72	259,2	82	421,2	92	399,6	102	259,2	107	216,0
53	486,0	63	475,2	73	297,0	83	410,4	93	388,8	103	324,0	108	232,2
54	523,8	64	448,2	74	253,8	84	372,6	94	394,2	104	297,0	109	194,4
55	507,6	65	421,2	75	318,6	85	356,4	95	351,0	105	270,0	110	189,0
56	496,8	66	448,2	76	270,0	86	464,4	96	356,4				
57	507,6	67	432,0	77	302,4	87	442,8	97	361,8	Die Proben zeigten einige leichte Oberflächenrisse.		Die Proben zeigten einige leichte Oberflächenrisse.	
58	491,4	68	453,6	78	267,8	88	383,4	98	410,4				
59	540,0	69	459,0	79	307,8	89	432,0	99	394,2				
60	518,4	70	442,8	80	324,0	90	415,8	100	399,6				
Sa.	5086,8		4487,4		2881,4		4104,0		3834,0		1495,8		993,6
Mittel	509 545[3])		449 506[3])		288		410		383		299		199
Eigenes Gewicht	0,338 kg		0,600 kg		0,627 kg		0,602 kg		0,604 kg		0,484 kg		0,540 kg

*) Die zwanzig für die Frostversuche bestimmten Proben wurden zunächst 12 Stunden in Wasser gelegt; darauf wurd zehn von ihnen bei einer Temperatur von — 12° C. bis — 15° C. 25 Stunden dem Frost an der Luft, die übrigen zehn bei d selben Temperatur 25 Stunden dem Frost unter Wasser ausgesetzt, ohne Risse und ohne Gewichtsverluste zu erleiden.

**) Die durch Feuer beanspruchten Proben wurden zunächst eine Stunde in einem Trockenofen vorgewärmt und d durch Steinkohlenfeuer auf Sandunterlagen bis zu 430° C. beansprucht, darauf wurde die halbe Anzahl der Proben durch E in Wasser plötzlich, die übrigen an der Luft langsam zur Abkühlung gebracht.

[3]) Diese Zahl giebt den aus einer Reihe von zehn Versuchen ermittelten Mittelwerth für 28 Tage alte Probe

Bruchfestigkeit (Platten):

$l = 20$ cm. Abmessungen: 25 . 12 . 3 cm. $W = \frac{b h^2}{6} = 18.$

lufttrocken			wassersatt			ausgefroren*) an der Luft			ausgefroren*) unter Wasser		
No.	Belastung P in der Mitte kg	Bruch bei $K = \frac{Pl}{4w}$ kg/qcm	No.	Belastung P in der Mitte kg	Bruch bei $K = \frac{Pl}{4w}$ kg/qcm	No.	Belastung P in der Mitte kg	Bruch bei $K = \frac{Pl}{4w}$ kg/qcm	No.	Belastung P in der Mitte kg	Bruch bei $K = \frac{Pl}{4w}$ kg/qcm
111	228,9	63,6	121	85,5	23,8	131	92,9	25,8	141	108,0	30,0
112	225,0	62,5	122	82,1	22,8	132	80,9	22,5	142	109,2	30,3
113	258,7	71,9	123	84,6	23,5	133	129,6	36,0	143	136,7	38,0
114	282,0	78,3	124	98,4	27,3	134	132,9	36,4	144	82,6	22,9
115	255,3	70,9	125	80,2	22,3	135	117,5	32,6	145	104,0	28,9
116	211,1	58,6	126	93,7	26,0	136	143,8	39,9	146	135,6	37,7
117	220,0	61,1	127	68,2	18,9	137	82,7	23,0	147	109,7	30,5
118	240,0	66,7	128	96,6	26,8	138	215,2	59,8	148	110,6	30,7
119	298,4	82,9	129	72,4	20,1	139	209,0	58,1	149	102,3	28,4
120	232,0	64,4	130	86,8	24,1	140	218,1	60,6	150	124,2	34,5
Sa.	2451,4	680,9		848,5	235,6		1422,6	394,7		1122,9	311,9
Mittel	245	68		85	24		142	39		112	31
Eigenes Gewicht	1,630 kg			1,784 kg			1,582 kg			1,653 kg	

Wasseraufnahmebestreben, Specifisches Gewicht, Abnutzbarkeit.

Im Mittel aus 10 Versuchen betrug in Kilogrammen ausgedrückt

das Gewicht der Zugproben					die Wasseraufnahme:			
beim Eintreffen	25 Stunden auf Schieferplatten gelagert	12 Stunden im Wasser gelegen	100 Stunden im Wasser gelegen	125 Stunden im Wasser gelegen	für das Versuchsstück nach 125 Stunden	für 1 kg Probengewicht nach 125 Stunden	in % des Gewichts nach 12 Stdn.	in % des Gewichts nach 125 Stdn.
0,123	0,123	0,127	0,129	0,129	0,007	0,053	3,3	5,3
das Gewicht der Druckproben					die Wasseraufnahme			
0,605	0,603	0,616	0,626	0,627	0,024	0,039	2,2	3,9
Das Gewicht der Platten					die Wasseraufnahme			
1,707	1,705	1,750	1,781	1,784	0,079	0,046	2,6	4,6

Das specifische Gewicht des Materials ergab sich im Mittel aus drei Versuchen auf 1,666.

Die Versuche auf Abnutzbarkeit ergaben für 30 kg Belastung des Probestückes von 50 qcm Schleiffläche, 450 Umgänge der Schleifscheibe (unter Anwendung von 20 g Naxos-Smirgel No. 3 auf je 22 Scheibenumgänge) für den Schleifradius von 22 ccm (bei einer Umlaufgeschwindigkeit von 22 Umgängen in der Minute) und bei dem Eigengewicht der beiden Probestücke von I: 588,6 g, II: 602,0 g mit dem specifischen Gewicht 1,666.

die Abnutzung für Versuch I: 7,3 + 8,0 + 8,0 + 9,0 = 33,2 g = $\frac{33,2}{1,666}$ ccm = 19,9 ccm

„ „ „ „ II: 7,6 + 8,2 + 8,2 + 7,8 = 31,8 g = $\frac{31,8}{1,666}$ ccm = 19,1 ccm.

Dieselben Versuche, ausgeführt mit 28 Tage alten Proben, ergaben bei dem Eigengewicht der beiden hierzu benutzten Probestücke von I: 550,5 g, II: 564,6 g mit dem specifischen Gewicht 1,66:

die Abnutzung für Versuch I: 8,5 + 7,4 + 8,0 + 7,9 = 31,8 g = $\frac{31,8}{1,666}$ ccm = 19,1 ccm,

„ „ „ „ II: 7,6 + 8,2 + 8,0 + 8,0 = 31,8 g = $\frac{31,8}{1,666}$ ccm = 19,1 ccm.

Wasserdurchlässigkeit.

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit bezw. Wasserdichtigkeit wurden sechs kreisrunde Platten aus reinem Bitumelith mit den Abmessungen d = 7,1 cm, h = 2,28 cm, sachgemäß hergestellt und hiervon

1) drei Proben vierundzwanzig Stunden nach der Anfertigung unter Wasser gesetzt, sechs Tage darauf aus demselben entfernt,

2) die anderen drei Proben sieben Tage der Erhärtung an der Luft ausgesetzt, und hierauf

3) sämmtliche sechs Proben in den Apparat (s. die Figur) zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit gebracht, um auf drei Tage einem Wasserdrucke von 2½ bis 3 Atmosphären ausgesetzt zu werden.

Hierbei ergab sich, daß die unter Wasser erhärteten Proben unter 1) einen Wasserdurchlaß nicht zeigten, also dicht standen; die an der Luft erhärteten Proben unter 2) im Laufe des

ersten Tages einige Tropfen Wasserdurchlaß erkennen ließen, vom zweiten Tage an jedenfalls dicht standen.

Ferner wurden an fünf Platten mit den Abmessungen 25 . 12 . 3 cm Versuche in Bezug auf deren Wasserdurchlässigkeit in der Form angestellt, wie solche bei Dachziegeln Anwendung gelangt. Hierzu wurden fünf gleiche, getheilte Glasrohre von je 35 mm lichtem Durchmesser auf die vollständig ausgetrockneten Bitumelith-Platten wasserdicht aufgekittet, letztere derart horizontal gelagert, daß sie nur mit beiden Enden auflagen und hierdurch genaue Beobachtung ihrer unteren Flächen gestatteten. In die Rohre wurden sodann 5 ccm destillirtes Wasser eingefüllt.

Die Beobachtung der Versuche zeigte, daß bei sämmtlichen fünf Proben in fünf Stunden zusammen 4,0 ccm Wasser, also im Mittel aus fünf Versuchen $\frac{4,0}{5} =$ Wasser einzogen.

Es ergab sich ferner, daß nach zwölf Stunden im Mittel $\frac{4,5}{5} = 0,9$ ccm Wasser eingezogen waren, ohne daß sich an der unteren Fläche der Platten feuchte Stellen zeigten.

Die Ermittelungen vorgenannter Art, an 28 Tage alten Probekörpern ausgeführt, lieferten ähnliche Ergebnisse.

B. Resultate der Prüfungen von 7 und 28 Tage alten Proben aus 1 Gew.-Thl. Bitumelith + 1 Gew.-Thl. Normalsand.

7 Tage alt.

Zugfestigkeit Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm		Druckfestigkeit Würfel mit 50 qcm Fläche	
lufttrocken			
No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm
1	39,00	11	453,6
2	44,50	12	475,2
3	44,00	13	486,0
4	47,00	14	464,4
5	43,00	15	442,8
6	42,00	16	459,0
7	49,00	17	464,4
8	48,00	18	453,6
9	43,25	19	466,6
10	47,75	20	462,2
Sa.	447,50		4627,8
Mittel	44,75		463
Eigenes Gewicht	0,138 kg		0,698 kg

28 Tage alt.

Zugfestigkeit Zerreißungsquerschnitt = 5 qcm		Druckfestigkeit Würfel mit 50 qcm Fläche	
lufttrocken			
No.	Zerstörung bei kg/qcm	No.	Zerstörung bei kg/qcm
1	44,50	11	523,6
2	47,00	12	501,3
3	45,75	13	545,9
4	49,00	14	523,6
5	49,50	15	562,6
6	48,25	16	540,3
7	49,50	17	526,4
8	48,00	18	490,2
9	48,50	19	501,3
10	49,75	20	534,7
Sa	479,75		5249,9
Mittel	47,98		525
Eigenes Gewicht	0,136 kg		0,687 kg

Die Versuche auf Abnutzbarkeit, ausgeführt in der vorstehend angegebenen Form, ergaben:

für 7 Tage alte Proben

bei dem Eigengewicht der beiden hierzu benutzten Probestücke von I: 691,5 g, II: 692,4 g mit dem specifischen Gewicht 1,949:

die Abnutzung für Versuch I: $7,0 + 6,8 + 7,5 + 8,2 = 29,5$ g $= \frac{29,5}{1,949}$ ccm $= 15,1$ ccm;

„ „ „ „ II: $7,4 + 8,0 + 8,0 + 8,5 = 31,9$ g $= \frac{31,9}{1,949}$ ccm $= 16,4$ ccm;

für 28 Tage alte Proben

bei dem Eigengewicht der beiden hierzu benutzten Probestücke von I: 659,1 g, II: 658,0 g mit dem specifischen Gewicht 1,949:

die Abnutzung für Versuch I: $6,2 + 5,9 + 6,6 + 7,1 = 25,8$ g $= \frac{25,8}{1,949}$ ccm $= 13,2$ ccm;

„ „ „ „ II: $7,1 + 7,4 + 6,7 + 7,1 = 28,3$ g $= \frac{28,3}{1,949}$ ccm $= 14,5$ ccm.

Bei den mit Proben aus 1 Gew.-Thl. Bitumelith + 1 Gew.-Thl. Normalsand in der oben ausgeführten Form angestellten Versuche zur Bestimmung der Wasserdichtigkeit und Wasserdurchlässigkeit ergaben sich ähnliche Resultate, wie bei den Prüfungen dieser Art mit reinen Bitumelithproben.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin N.**, Monbijouplatz 3.

Achter Jahrgang. 1890. — Mit 8 lithograph. Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M**

Inhalt:

1. Heft: Martens, Entwurf zu einer Schmieröl-Probirmaschine. — Herzberg, Papierprüfung und Praxis. — Dr. Holde, Nachweis von Harzöl in fetten und Mineralölen. — Prof. Dr. Böhme, Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1887/88 und 1888/89. — Herzberg, Ueber die Veränderung des Papiers beim Lagern.

2. Heft: Martens, Vergleichende Untersuchung von Vorrichtungen und Verfahren zur Bestimmung des Kältepunktes und des Flammpunktes von Schmierölen. — Dr. Holde, Ueber den Säuregehalt pflanzlicher Oele. — Herzberg, Adansonia-Papier. — Herzberg, Aschengehalt verschiedener Papierrohstoffe. — Herzberg, Ueber den Einfluß der Dicke auf die Festigkeitseigenschaften von Papier. — Prof. Dr. Böhme, Untersuchungen von weißem Marmor aus den der Aktiengesellschaft für Marmorindustrie Kiefer in Kiefersfelden (Oberbayern) gehörigen Marmorbrüchen des Unterberges. — Prof. Dr. Böhme, Untersuchungen von weißem Sandstein aus einem dem Herrn Steinmetzmeister Carl Schilling in Berlin gehörigen Steinbruche in Friedersdorf bei Cudowa (Heuscheuergebirge). — Prof. Dr. Böhme, Untersuchungen von sechs Bruchsteingattungen aus den dem Herrn Rud. Ebert zu Bürzen in Sachsen gehörigen Steinbrüchen. — Prof. Dr. Böhme, Untersuchung eines Kalkes aus dem Kalkwerk Schulz zu Soetenich i. d. Eifel.

3. Heft: Rudeloff, Untersuchung einer Festigkeitsprobirmaschine, Bauart Tangy Broth's. — Herzberg, Die Sicherheit der qualitativen Holzschliffbestimmung. — Herzberg, Büttenrand-Attendeckel. — Prof. Martens, Ueber die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades von Schmieröl. — Dr. Holde, Eine vereinfachte Vorrichtung zur maßanalytischen Bestimmung des Säuregehaltes in Oelen. — Prof. Dr. Finkener, Verfahren zur Vergleichung der Erstarrungspunkte verschiedener Talgformen.

4. Heft: Prof. Martens, U[eber] gen über den Einfluß der die Festigkeitseigenschaften

5. Heft: Prof. Martens, U[eber] dreier Härteprüfer (System — Prof. Martens, U[eber] richtung und Ziele der Königl technischen Versuchsanstalt. loff, Einfluß der Reibungs zwangläufiger Einspannkla Ergebnisse von Festigkeitsv Prof. Dr. Böhme, B[eiträge] Untersuchungen von Puzzo land- und Roman-Cemen Holde, Ueber die Brec zienten von fetten Oelen, A und Harzölen.

6. Heft: Mittheilungen der Aufsichts-Kommission. — P[rüfung] tens, Ueber Härtebestimm Rudeloff, Vergleichen suchungen von Kesselblechen mas-, Siemens-Martin- u eisen. (Theil II.) — D Ueber ein kautschukhaltiges — Dr. Bender, Ueber di der Mineralöle in Benzin.

Von den im Anschluß an die **„Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsan** zur Ausgabe gelangenden **Ergänzungsheften** sind erschienen:

1887.

Heft I. **Die Festigkeitseigenschaften des Magnesiums.** Von A. Martens. Mit 3 Taf.

Heft II. **Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften und Leitungsfähigkeit an d[eutschem] und schwedischem Drahtmateriale.** Von A. Martens. M. 2,—.

Heft III. 1. **Mikroskopische Untersuchung des Papiers.** Von W. Herzberg. Mit 2 tafeln. — 2. **Ergebnisse der Prüfungen von Apparaten zur Untersuchung der keitseigenschaften von Papier.** Von A. Martens. Mit 1 Tafel. M. 5,—.

Heft IV. **Ueber Druckpapiere der Gegenwart.** Von A. Martens. M. 1,—.

1888.

Heft I. Ergänzungen zu den im 2. Ergänzungshefte 1887 veröffentlichten **Untersuchungen über Fes eigenschaften und Leitungsfähigkeit an deutschem und schwedischem Drahtm** 1. **Bestimmung des elektrischen Leitungswiderstandes von Metalldrähten.** A. Paalzow. Mit 1 Tafel. — 2. **Zusammenhang zwischen der chemischen Zus setzung und dem Kleingefüge einerseits und der Leitungsgüte des Telegr drahtes andrerseits.** Von Dr. H. Wedding. Mit 7 Tafeln. M. 6,—.

Heft II. **Bericht über die Ergebnisse von Festigkeitsversuchen mit gelötheten Drahtsei Drähten.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln. M. 8,—.

Heft III. **Schmieröluntersuchungen.** Von A. Martens. Mit 4 Tafeln. M. 6,—.

Heft IV. **Untersuchung japanischer Papiere.** Von A. Martens. Mit 3 Tafeln. M. 5,—.

Heft V. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe ausgeführ gleichenden Untersuchungen von **Seilverbindungen für Fahrstuhlbetrieb.** Theil I. der Untersuchungen für ruhende Belastung. Von A. Martens. M. 2,60.

1889.

Heft I. **Resultate der Untersuchungen des in der Eifel vorkommenden vulkanischen in Bezug auf seine Verwendbarkeit zur Mörtelbereitung.** Von Dr. Böhm 2 Tafeln. M. 3,—.

Heft II. **Untersuchungen von natürlichen Gesteinen auf Festigkeit, specifisches Gewicht, grad, Wasseraufnahme, Cohäsionsbeschaffenheit und Wetterbeständigkeit.** Böhme. Mit 1 Tafel. M. 4,—.

Heft III. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Landwirthschaft, Domänen und Fo geführten **Holzuntersuchungen.** Von M. Rudeloff. Mit 2 Tafeln. M. 7,—.

Heft IV. **Festigkeitsuntersuchungen mit Zinkblechen der schlesischen Aktien-Gesellschaft fü bau- und Zinkhüttenbetrieb zu Lipine O.-S.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln.

Heft V. **Schmieröluntersuchungen.** Von A. Martens. (Fortsetzung zum Ergänzungsheft II Mit 1 Tafel. M. 10,—.

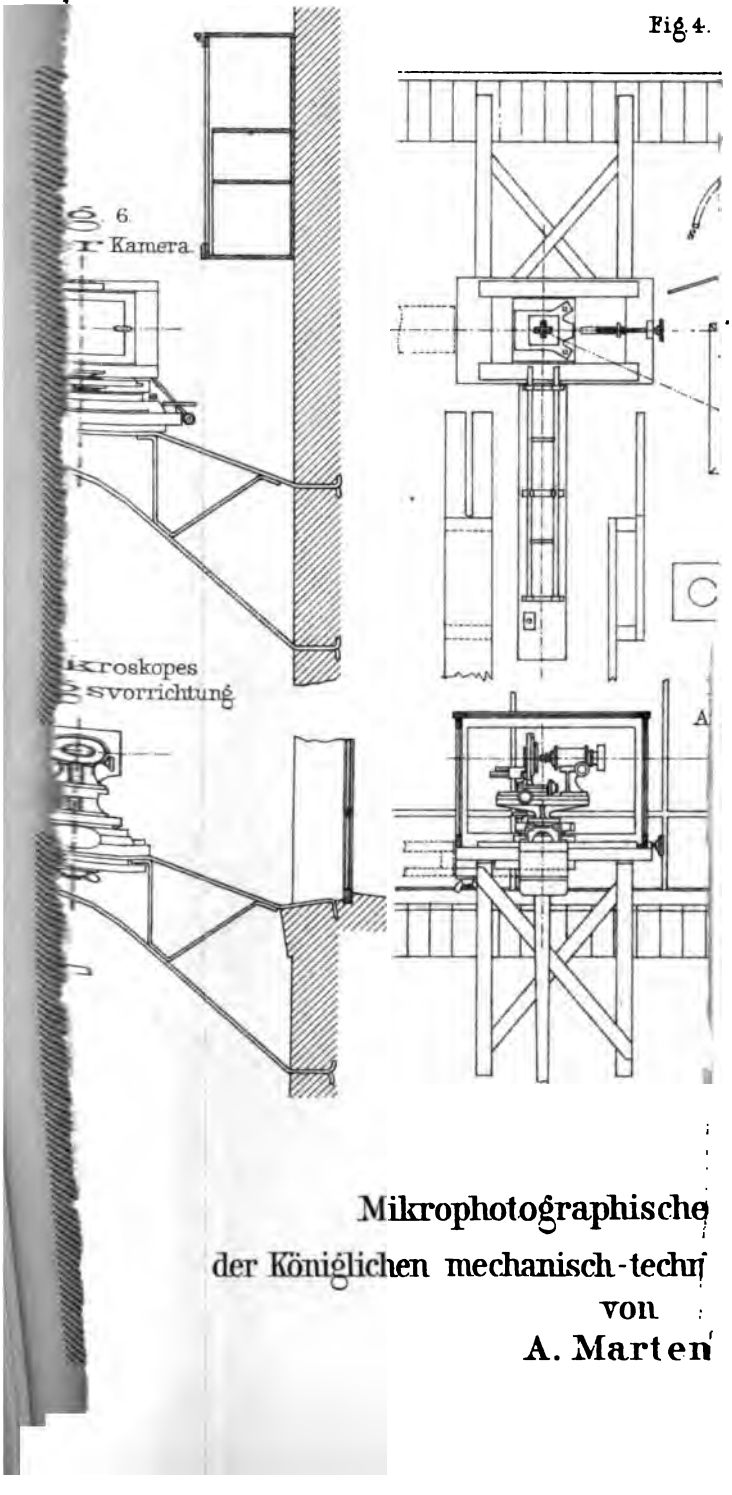
1890.

Heft I. **Versuche über die Beiz- und Rostsprödigkeit des Eisens und Stahls.** V Professors A. Ledebur in Freiberg nebst den Versuchsergebnissen der mechanisch-technischen anstalt. M. 3,—.

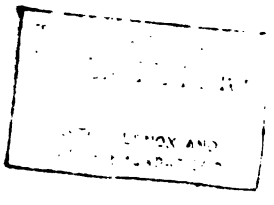
Heft II. **Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien.** Von A. Martens. Mit 5 Tafeln.

Fig. 4-7. Mikrophotographischer Apparat

Fig. 4.



Mikrophotographische
der Königlichen mechanisch-techn
von
A. Marten



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Von den im Anschluß an die **„Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten"** zur Ausgabe gelangenden

Ergänzungsheften

sind erschienen:

1887.

Heft I. **Die Festigkeitseigenschaften des Magnesiums.** Von A. Martens. Mit 3 Taf. M. 4,—.

Heft II. **Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften und Leitungsfähigkeit an deutschem und schwedischem Drahtmateriale.** Von A. Martens. M. 2,—.

Heft III. 1. **Mikroskopische Untersuchung des Papiers.** Von W. Herzberg. Mit 2 Lichtdrucktafeln. — 2. **Ergebnisse der Prüfungen von Apparaten zur Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Papier.** Von A. Martens. Mit 1 Tafel. M. 5,—.

Heft IV. **Ueber Druckpapiere der Gegenwart.** Von A. Martens. M. 1,—.

1888.

Heft I. Ergänzungen zu den im 2. Ergänzungshefte 1887 veröffentlichten **Untersuchungen über Festigkeitseigenschaften und Leitungsfähigkeit an deutschem und schwedischem Drahtmateriale.** 1. **Bestimmung des elektrischen Leitungswiderstandes von Metalldrähten.** Von Prof. A. Paalzow. Mit 1 Tafel. — 2. **Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Kleingefüge einerseits und der Leitungsgüte des Telegraphendrahtes andrerseits.** Von Dr. H. Wedding. Mit 7 Tafeln. M. 6,—.

Heft II. **Bericht über die Ergebnisse von Festigkeitsversuchen mit gelötheten Drahtseilen und Drähten.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln. M. 8,—.

Heft III. **Schmieröluntersuchungen.** Von A. Martens. Mit 4 Tafeln. M. 6,—.

Heft IV. **Untersuchung japanischer Papiere.** Von A. Martens. Mit 3 Tafeln. M. 5,—.

Heft V. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe ausgeführten vergleichenden Untersuchungen von **Seilverbindungen für Fahrstuhlbetrieb.** Theil I. Ergebniß der Untersuchungen für ruhende Belastung. Von A. Martens. M. 2,60.

1889.

Heft I. **Resultate der Untersuchungen des in der Eifel vorkommenden vulkanischen Sandes in Bezug auf seine Verwendbarkeit zur Mörtelbereitung.** Von Dr. Böhme. Mit 2 Tafeln. M. 3,—.

Heft II. **Untersuchungen von natürlichen Gesteinen auf Festigkeit, specifisches Gewicht, Härtegrad, Wasseraufnahme, Cohäsionsbeschaffenheit und Wetterbeständigkeit.** Von Dr. Böhme. Mit 1 Tafel. M. 4,—.

Heft III. **Bericht** über die im Auftrage des Herrn Ministers für Landwirthschaft, Domänen und Forsten ausgeführten **Holzuntersuchungen.** Von M. Rudeloff. Mit 2 Tafeln. M. 7,—.

Heft IV. **Festigkeitsuntersuchungen mit Zinkblechen der schlesischen Aktien-Gesellschaft für Bergbau- und Zinkhüttenbetrieb zu Lipine O.-S.** Von A. Martens. Mit 2 Tafeln. M. 4,—.

Heft V. **Schmieröluntersuchungen.** Von A. Martens. (Fortsetzung zum Ergänzungsheft III. 1888.) Mit 1 Tafel. M. 10,—.

1890.

Heft I. **Versuche über die Beiz- und Rostsprödigkeit des Eisens und Stahls.** Bericht des Professors A. Ledebur in Freiberg nebst den Versuchsergebnissen der mechanisch-technischen Versuchsanstalt. M. 3,—.

Heft II. **Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien.** Von A. Martens. Mit 5 Tafeln. M. 30,—.

Verlag von **Julius Springer** in Berlin N.
Monbijouplatz 3.

Zeitschrift für angewandte Chemie.

Organ der Deutschen Gesellschaft für angewandte Chemie.

Herausgegeben
von
Dr. Ferdinand Fischer
in Hannover.

Erscheint am 1. und 15. eines jeden Monats.

Preis für den Jahrgang von 24 Heften M. 20,—.

(Im Buchhandel auch Vierteljahresabonnements für M. 5,—.)

Die Zeitschrift erscheint 2mal monatlich in Heften von etwa 32 Seiten und berichtet, unterstützt von hervorragenden Fachleuten, in übersichtlicher Anordnung über alle das Gesammtgebiet der angewandten Chemie betreffenden Vorkommnisse und Fragen in Originalarbeiten und in Berichten aus etwa 170 deutschen und ausländischen Zeitschriften, sowie über die hierher gehörenden Patente des In- und Auslandes.

Chemiker-Kalender 1892.

Ein Hülfsbuch
für
Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmaceuten, Hüttenmänner u. s. w.
von
Prof. Dr. Rudolf Biedermann.
Dreizehnter Jahrgang.

I. Theil gebunden in Leinewand. — II. Theil geheftet. — Preis zusammen M. 3,—.
I. Theil gebunden in Leder. — II. Theil geheftet. — Preis zusammen M. 3,50.

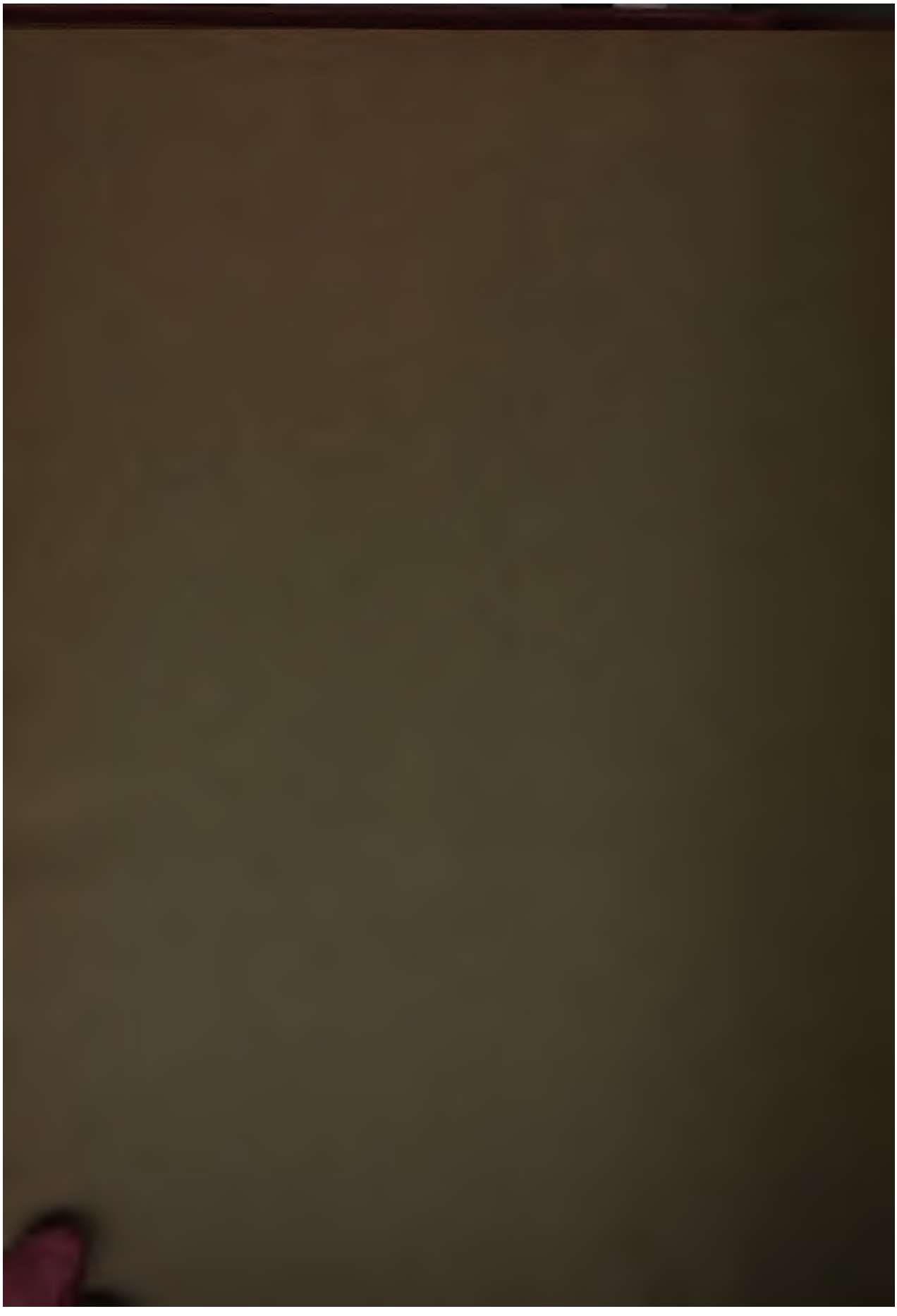
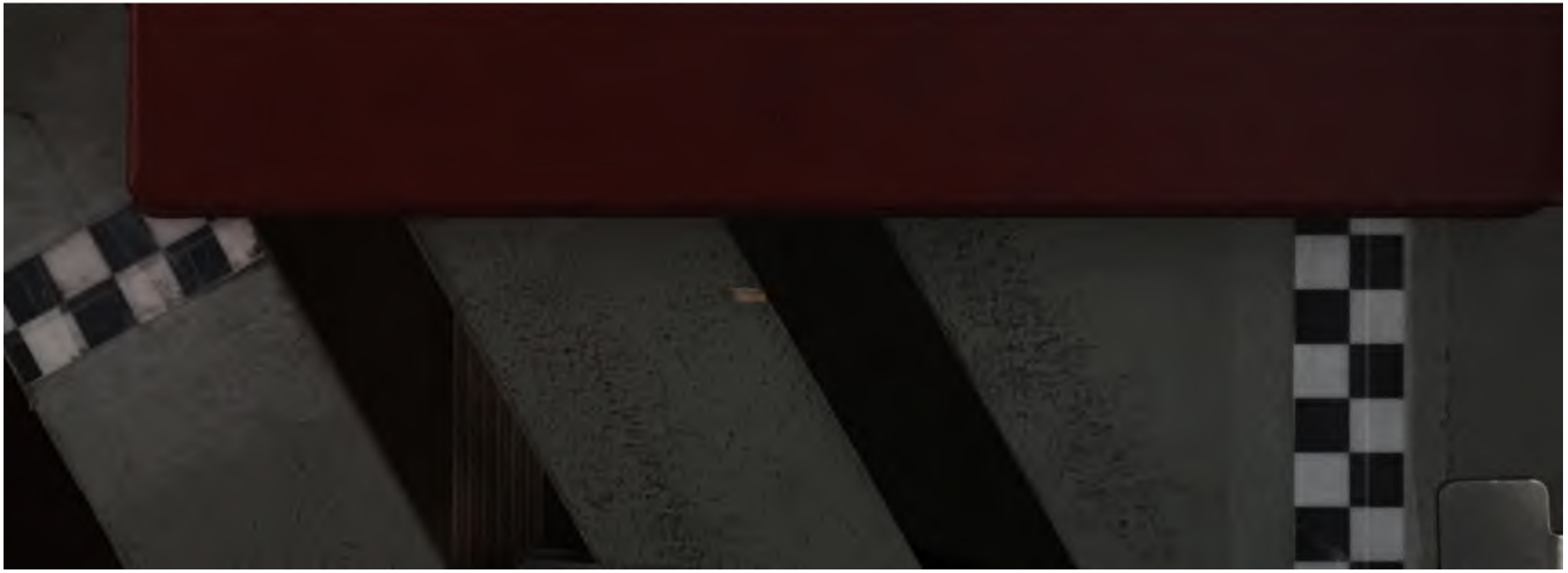
Ingenieur-Kalender 1892.

Für
Maschinen- und Hütten-Ingenieure
herausgegeben
von
Th. Beckert, Hütteningenieur und Direktor der Rhein.-Westf. Hüttenschule in Bochum. und A. Polster, Direktor der Lausitzer Maschinenfabrik in Bautzen i. S.

Vierzehnter Jahrgang.

I. Theil gebunden in Leder. — II. Theil geheftet. — Preis zusammen M. 3,—.
Brieftaschenausgabe M. 4,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.



APR 2 0 1936